

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Саратовский государственный аграрный университет
имени Н. И. Вавилова»**

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ

краткий курс лекций

для аспирантов 3 курса

Направление подготовки
35.06.01 Сельское хозяйство

Саратов 2014

УДК 631.1:631.153.7
ББК 41.41
О-75

Рецензенты:

Заместитель директора ФГНУ «Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы», доктор с.-х. наук

В.И. Жужукин

Профессор кафедры «Растениеводства, селекции и генетики», доктор с.-х. наук,
профессор ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ»

В.Б. Нарушев

О-75 **Методы исследований в земледелии:** краткий курс лекций для аспирантов 3 курса направления подготовки 35.06.01 Сельское хозяйство / Сост.: А.П. Солодовников // ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2014. – 100 с.

Краткий курс лекций по дисциплине «Методы исследований в земледелии» составлен в соответствии с рабочей программой дисциплины и предназначен для аспирантов направления подготовки 35.06.01 Сельское хозяйство. В курсе лекций дается характеристика системных исследований в земледелии и методология научных исследований

УДК 631.1:631.153.7
ББК 41.41
О-75

© Солодовников А.П., 2014
© ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2014

Введение.

Научные познания с использованием методологических основ в соответствии с современными условиями и экологическими ограничениями обеспечивает получение достоверных научных результатов.

Методология в широком смысле слова представляет собой систему принципов и способов организации и построения теоретической и практической деятельности, а также – учение об этой системе. Методология науки дает характеристику компонентов научного исследования, его объекта, предмета, задач, совокупности средств, необходимых для решения задач исследования, а также формирует представление о последовательности действий исследователя в процессе решения задачи.

Лекция 1

Методология науки

1.1 Методология – основные понятия

Методология (от греческого *methodos* – метод и *logos* - учение) – это совокупность приемов исследования, применяемых в научном познании мира.

Боле сокращенное и упрощенное определение

Методология – это учение об организации деятельности.

Любая научно-исследовательская деятельность, если она осуществляется более или менее грамотно, по определению всегда направлена на объективно новый результат.

Вот в случае продуктивной деятельности и возникает необходимость ее организации, то есть возникает необходимость применения методологии.

Если методология рассматривается как учение об организации деятельности, то, естественно, необходимо рассмотреть содержание понятия «организация». В соответствии с определением, данным в, *организация* – 1) внутренняя упорядоченность, согласованность взаимодействия более или менее дифференцированных и автономных частей целого, обусловленная его строением; 2) совокупность процессов или действий, ведущих к образованию и совершенствованию взаимосвязей между частями целого; 3) объединение людей, совместно реализующих некоторую программу или цель и действующих на основе определенных процедур и правил.

В нашем случае мы используем понятие «организация», в основном, в первом и во втором значении, то есть и как процесс (второе значение), и как результат этого процесса (первое значение). Третье значение (организационная система) также используется (но в меньшей степени) – при описании коллективной научной деятельности, управления научными проектами.

Методология рассматривает организацию *деятельности* (деятельность – целенаправленная активность человека). Организовать деятельность означает упорядочить ее в целостную систему с четко определенными характеристиками, логической структурой и процессом ее осуществления – *временной структурой* (исходя из пары категорий диалектики «историческое (временное) и логическое»).

Логическая структура включает в себя следующие компоненты: субъект, объект, предмет, формы, средства, методы деятельности, ее результат. Внешними по отношению к этой структуре являются следующие *характеристики деятельности*: особенности, принципы, условия, нормы.

Исторически известны разные типы культуры организации деятельности. Современным является проектно-технологический тип, который состоит в том, что продуктивная деятельность человека (или организации) разбивается на отдельные завершённые циклы, которые называются *проектами*¹.

Процесс осуществления деятельности рассматривается в рамках проекта, реализуемого в определенной временной последовательности по фазам, стадиям и этапам, причем последовательность эта является общей для всех видов деятельности. Завершенность цикла деятельности (проекта) определяется тремя фазами:

– *фаза проектирования*, результатом которой является построенная модель создаваемой системы – научная гипотеза как модель создаваемой системы нового научного знания – и план ее реализации;

1

– *технологическая фаза*, результатом которой является реализация системы, то есть, проверка гипотезы;

– *рефлексивная фаза*, результатом которой является оценка построенной системы нового научного знания и определение необходимости либо ее дальнейшей коррекции, либо «запуска» нового проекта, т.е. построения новой гипотезы и ее дальнейшей проверки.

1.2 Основания методологии науки. Философско-психологические и системотехнические основания

Основанием называется достаточное условие для чего-либо: бытия, познания, мысли, деятельности.

Рассматривая методологию как учение об организации деятельности, можно выделить следующие три основания современной методологии, в том числе, методологии науки:

1. Философско-психологическая теория деятельности.
2. *Системный анализ (системотехника)* – учение о системе методов исследования или проектирования сложных систем, поиска, планирования и реализации изменений, предназначенных для ликвидации проблем.
3. Науковедение, теория науки. В первую очередь, к методологии имеют отношение такие разделы науковедения, как *гносеология* (теория познания) и *семиотика* (наука о знаках).
4. Этика деятельности.
5. Эстетика деятельности.

Философско-психологические и системотехнические основания

Поскольку методология рассматривается как учение об организации деятельности, необходимо обратиться, в первую очередь, к основным понятиям о деятельности.

Деятельность определяется как активное взаимодействие человека с окружающей действительностью, в ходе которого человек выступает как субъект, целенаправленно воздействующий на объект и удовлетворяющий таким образом свои потребности.

При этом *субъект* определяется в философии как носитель предметно-практической деятельности и познания (индивид или социальная группа); источник активности, направленной на объект. Субъект с точки зрения диалектики отличается присущим ему самосознанием, поскольку он овладел в определенной мере созданным человечеством миром культуры – орудиями предметно-практической деятельности, формами языка, логическими категориями, нормами эстетических, нравственных оценок и т.д. Активная деятельность субъекта является условием, благодаря которому тот или иной фрагмент объективной

реальности выступает как объект, данный субъекту в формах его деятельности.

Объект в философии определяют как то, что противостоит субъекту в его предметно-практической и познавательной деятельности. Объект не тождествен объективной реальности, а выступает как та ее часть, которая находится во взаимодействии с субъектом.

Философия изучает деятельность как всеобщий способ существования человека и, соответственно, человек и определяется как действующее существо. Человеческая деятельность охватывает и материально-практические, и интеллектуальные, духовные операции; и внешние, и внутренние процессы; деятельностью является работа мысли в такой же мере, как и работа руки; процесс познания в такой же мере как человеческое поведение. В деятельности человек раскрывает свое особое место в мире и утверждает себя в нем как существо общественное.

Психология изучает деятельность как важнейший компонент психики. Так, с точки зрения С.Л. Рубинштейна, психология должна изучать не деятельность субъекта как таковую, а «психику и только психику», правда, через раскрытие ее существенных объективных связей и опосредований, в том числе через исследование деятельности. А.Н. Леонтьев считал, что деятельность должна входить в предмет психологии постольку, поскольку психика неотторжима от порождающих и опосредующих ее моментов деятельности.

Системный анализ, отличаясь междисциплинарным или наддисциплинарным положением, и являясь как бы прикладной диалектикой, рассматривает, в частности, деятельность как сложную систему, направленную на подготовку, обоснование и реализацию решения сложных проблем: политического, социального, экономического, технического и т.д. характера [Ф.И. Перегудов, 1989].

Сопоставление подходов этих трех научных дисциплин: философии, психологии и системного анализа (системотехники) позволяет выбрать общую схему² *структуры деятельности*, необходимую для дальнейшего изложения.

Ведь, в принципе, человеческая деятельность может осуществляться и спонтанно, путем проб и ошибок. **Методология обобщает проверенные в широкой общественно-исторической практике рациональные формы организации деятельности.** В различные исторические периоды развития цивилизации имели место разные **основные типы форм организации деятельности**, которые в современной литературе получили название *организационной культуры*.

1.3. Науковедческие основания

Методология как учение об организации деятельности, естественно, опирается на *научное знание*. Исследователь, включаясь в научную деятельность, должен достаточно четко и осознанно представлять себе – что такое наука, как она организуется, знать закономерности развития науки, структуру научного знания. Ему также необходимо четко представлять критерии научности нового знания, которое он намерен получить, формы научного знания, которыми он пользуется и в которых он намерен выразить результаты своего научного исследования и т.д. – то есть все то, на что он должен будет опираться в своей научно-исследовательской деятельности для того, чтобы она была осмысленна и организована.

Отрасль науки, которая изучает саму науку в широком смысле слова, называется *наукоедением*. Она включает в себя целый ряд дисциплин: гносеологию, логику науки, семиотику (учение о знаках), социологию науки, психологию научного творчества и т.д.

Гносеология – это теория научного познания (синоним – эпистемология), одна из составных частей философии. В целом гносеология изучает закономерности и возможности познания, исследует ступени, формы, методы и средства процесса познания, условия и критерии *истинности* научного знания.

Методология же науки как учение об организации научно-исследовательской деятельности – это та часть гносеологии, которая изучает процесс научной деятельности (его организацию).

Нам необходимо также еще развести понятия «*научное познание*» и «*научное исследование*». Научное познание рассматривается как общественно- исторический процесс и является предметом исследований *гносеологии*. Исследование (научное) рассматривается как субъективный процесс – как деятельность по получению новых научных знаний отдельным индивидом – ученым, исследователем или их группой, коллективом, что является предметом *методологии науки* (методологии научной

деятельности, методологии научного исследования³). Научное познание не существует вне познавательной деятельности отдельных индивидов, однако последние могут что-то познавать (исследовать) лишь постольку, поскольку овладевают коллективно выработанной, объективизированной *системой знаний*, передаваемых от одного поколения ученых к другому.

Общие понятия о науке. Среди многих людей, далеких от научной деятельности, зачастую бытуют два противоположных широко распространенных заблуждения. С одной стороны, в представлениях многих наука – это нечто таинственное, загадочное, доступное лишь кучке избранных. Как говорил К. Прутков: «Мудрость, подобно черепаховому супу, не всякому доступна». С другой стороны, наблюдается и совершенно пренебрежительное отношение к науке и ученым, как к неким «книжным червям», которые «копаются там в чем-то ненужном», а мы – практики – «делаем нужное дело». Обе эти точки зрения совершенно неправильны. Наука – это такая же область профессиональной человеческой деятельности, как и любая другая – педагогическая, индустриальная и т.п. Единственное специфическое качество науки заключается в том, что если в других отраслях человеческой деятельности используются знания, получаемые наукой, то наука – эта та область деятельности, где основной целью является получение самого научного знания.

Наука и определяется как сфера человеческой деятельности, функцией которой является выработка и теоретическая систематизация объективных знаний о действительности.

Наука как феномен – явление чрезвычайно многоаспектное. В любом случае, говоря о науке, необходимо иметь в виду, как минимум, три ее основных аспекта, в каждом конкретном случае четко различая, о чем идет речь:

- наука как социальный институт (сообщество ученых, совокупность научных учреждений и структур научного обслуживания);
- наука как результат (научные знания);
- наука как процесс (научная деятельность).

Необходимо отметить следующие **свойства науки как результата**:

1. Кумулятивный характер развития научного знания. Новые знания соединяются, интегрируются с прежними, не отвергая прежних, а дополняя их. На протяжении последних столетий развитие научного знания происходит по экспоненциальному закону, то есть примерно за каждые десять лет объем научных знаний удваивается. При этом любое новое научное знание может быть получено только в том случае, если исследователь изучил все, что было сделано его предшественниками. Это необходимо еще раз особо подчеркнуть, поскольку нередко, особенно специалисты-практики, начинают «экспериментировать», не изучив научную литературу по проблеме «эксперимента» и тем самым зачастую «изобретается велосипед» или «открывается Америка».

2. Дифференциация и интеграция науки. Накопление научных знаний приводит к дифференциации, к дроблению наук. Появляются новые и новые отрасли научного знания, например, химическая биофизика и физическая биохимия, педагогическая психология и психологическая педагогика и т.д. В то же время происходят и интеграционные процессы, когда появляются общие теории, позволяющие объединить и объяснить сотни и тысячи разрозненных фактов. Так, например, открытие Д.И. Менделеевым Периодического закона позволило объяснить с единой теоретической основы тысячи различных химических реакций. А создание Д.К. Максвеллом системы четырех уравнений электродинамики позволило не только объяснить все известные к тому времени явления электричества и магнетизма, но и предсказать существование радиоволн и многие другие явления.

Критерии научности знания. Существенным для любой науки, любого научного исследования является вопрос о *критериях научности знания* – по каким признакам выделяются научные знания из всей сферы знаний, включающей и ненаучные формы знания. Разные авторы определяют разные критерии.

Приведем минимальный набор признаков научного знания, выделяемый В.В. Ильиным и А.Т. Калининным [1985]: истинность, интерессубъективность и системность.

Истинность знания. Под истинностью знания понимается соответствие его познаваемому предмету – всякое знание должно быть знанием предметным, так как не может быть знания «ни о чем». Однако истинность свойственна не только научному знанию. Она может быть свойственна и донаучным, практически-обыденным знаниям, мнениям, догадкам и т.п. В гносеологии различаются понятия «истина» и «знание». Понятие «*истина*» подразумевает соответствие знания действительности, достоверность его содержания безотносительно к познающему субъекту и существующего независимо от него в силу своей объективности. Понятие знание выражает форму признания истины, предполагающую наличие тех или иных оснований, в зависимости от достаточности которых имеются различные формы признания истины: либо *мнение*, либо *вера*, либо *практически-обыденное знание*, либо *научное знание*.

Для научного знания свойственно то, что не просто сообщается об истинности того или иного содержания, но приводятся *основания*, по которым это содержание истинно (например, результаты эксперимента, доказательство теоремы, логический вывод и т.д.). Поэтому в качестве признака, характеризующего истинность научного знания, указывают на требование его достаточной обоснованности, в отличие от недостаточной обоснованности истинности других модификаций знаний. Поэтому *принцип достаточного основания* (в логике он называется «законом достаточного основания») является фундаментом всякой науки: всякая истинная мысль должна быть обоснована другими мыслями, истинность которых доказана. Его формулировка принадлежит Г. Лейбницу: «Все существующее имеет достаточное основание для своего существования».

Интерсубъективность. Данный признак выражает свойство общезначимости, общеобязательности для всех людей, всеобщности научного знания. В отличие, например, от индивидуального мнения, характеризующегося не общезначимостью, индивидуальностью. В этом случае между истиной научного знания и истинами других его модификаций проводится следующее разграничение. Истины практически-обыденного знания, истины веры и т.п. остаются «персональными», так как относятся к таким формам знания, которые предполагают признание истины по недостаточным на то основаниям. Что же касается истин научного знания, то они универсальны, «безличны» и принадлежат к формам знания, базирующимся на признании истины по объективно достаточным основаниям. Признак интерессубъективности конкретизируется требованием *воспроизводимости* научного знания, то есть одинаковостью результатов, получаемых каждым исследователем при изучении одного и того же объекта в одних и тех же условиях. Напротив, если знание не является инвариантным для всякого познающего субъекта, оно не может претендовать на научность, так как оно не обладает воспроизводимостью.

Системность. Системность характеризует различные формы знания. Она связана с организованностью и научного, и художественного, и обыденного знания. Системная организованность научного знания обусловлена его особенностью: такой обоснованностью, что порождает несомненность в истинности его содержания, ибо имеет строгую индуктивно-дедуктивную структуру, свойство знания рассудочного, полученного в результате связного рассуждения на основе имеющихся опытных данных.

Таким образом, как уже говорилось, специфика научного знания выражается тремя признаками: истинности, интерессубъективности и системности. Каждый признак в отдельности не формирует науку: истину включает и не наука; интерессубъективным может быть и «всеобщее заблуждение»; признак системности, реализованный обособленно от

других, обуславливает лишь «научообразность», видимость обоснованности и т.д. И только одновременная реализация всех трех признаков в том или ином результате познания в полной мере определяет научность знания.

Соответственно, к любому научному исследованию предъявляются указанные требования научности. Данные требования являются, можно сказать, «классическими». В то же время, любые требования относительны – могут рассматриваться и другие подходы к определению критериев научности знания.

Классификации научного знания. Научные знания классифицируются по разным основаниям (В.В. Ильин, А.Т. Калинин, 1985):

- по группам предметных областей знания делятся на математические, естественные, гуманитарные и технические;

- по способу отражения сущности знания классифицируются на *феноменталистские* (описательные) и *эссенциалистские* (объяснительные). Феноменталистские знания представляют собой качественные теории, наделяемые преимущественно описательными функциями (многие разделы биологии, географии, психология, педагогика и т.д.). В отличие от них эссенциалистские знания являются объяснительными теориями, строящимися, как правило, с использованием количественных средств анализа;

- по отношению к деятельности тех или иных субъектов знания делятся на *дескриптивные* (описательные) и *прескриптивные*, нормативные – содержащие предписания, прямые указания к деятельности. Оговорим, что содержащийся в данном подразделе материал из области науковедения, в том числе гносеологии, имеет дескриптивный характер, однако он, во-первых, необходим как ориентир для любого исследователя; во-вторых, он является в определенном смысле основой для дальнейшего изложения прескриптивного, нормативного материала, относящегося непосредственно к методологии научной деятельности;

- по функциональному назначению научные знания классифицируются на *фундаментальные, прикладные и разработки*;

- и так далее (классификаций научных знаний существует много).

Для данной работы наиболее существенной является классификация научного

Формы организации научного знания. Данный подраздел носит справочно-словарный характер, за что авторы приносят уважаемым читателям свои извинения. Но дело в том, что в литературе систематическое изложение форм организации научного знания практически отсутствует, поэтому мы сочли необходимым дать здесь его полностью, так как в научной работе всем неизбежно приходится этими формами пользоваться, что зачастую делается ошибочно и бессистемно.

Поскольку результат развития науки выражается в научных знаниях, то эти знания должны быть выражены в определенных формах. Формами организации научного знания являются:

□□ **факт** (синоним: *событие, результат*). К научному факту относятся лишь такие события, явления, их свойства, связи и отношения, которые определенным образом зафиксированы, зарегистрированы. Факты составляют фундамент науки. Без определенной совокупности фактов невозможно построить эффективную научную теорию. Известно высказывание И.П. Павлова о том, что факты – это воздух ученого.

Факт как научная категория отличается от явления. *Явление* – объективная реальность, отдельное событие, а *факт* – собрание многих явлений и связей, их обобщение. Факт в значительной мере есть результат обобщения всех аналогичных явлений, сведения их в некоторый определенный класс явлений.

Необходимо отметить, что научные факты, входя в структуру научных теорий, независимы от них, поскольку в своей основе они детерминируются материальной действительностью. Научные факты, таким образом, инвариантны – те или иные теории могут опровергаться практикой, а факты,

на основе которых они строились, остаются и переходят в другие теории. В то же время, сами по себе факты еще не составляют науки как системы знания. Они выполняют свою функцию лишь тогда, когда включаются в ткань научного знания, когда вписываются в рамки научных теорий. Образно

эту мысль выразил А. Пуанкаре: «ученый должен организовать факты. Наука состоит из фактов, как дом из кирпичей. Но накопление фактов не в большей мере является наукой, чем куча кирпичей домом»;

□□ *положение* – научное утверждение, сформулированная мысль. Частными случаями положений является аксиома и теорема. *Аксиома* – исходное положение научной теории, принимаемое в качестве истинного без логического доказательства и лежащее в основе доказательства других положений теории. Вопрос об истинности аксиомы решается либо в рамках какой-либо другой теории, либо посредством интерпретации, то есть содержательного объяснения данной теории. *Теорема* – положение, устанавливаемое при помощи доказательства. Вспомогательные теоремы, необходимые для доказательства основной, называют *леммами* или *утверждениями*;

□□ *понятие* – мысль, отражающая в обобщенной и абстрагированной форме предметы, явления и связи между ними посредством фиксации общих и специфических признаков – свойств предметов и явлений.

В науке часто говорят о *развивающемся понятии*, подразумевая, что содержание понятия по мере накопления научных данных и развития научных теорий обрывает все новыми и новыми признаками и свойствами.

Понятие среди других форм организации научного знания занимает особое место, поскольку факты, положения, принципы, законы, теории и т.д. выражаются через слова – понятия и связи между ними, поскольку высшей формой человеческого мышления является понятийное, словесно-логическое мышление. Как писал Г. Гегель, понятие – значит выразить в форме понятий.

Процесс образования и развития понятий изучает *логика* – формальная и диалектическая. *Формальная логика* изучает общую структуру понятий, их видов, структуру определения понятий, их структуру в составе более сложных контекстов, структуру отношений между понятиями.

Диалектическая логика исследует процессы формирования и развития понятий в связи с переходом научного знания от менее глубокой сущности к сущности более глубокой, рассматривает их как ступени познания, как итог научной познавательной деятельности.

В логике науки рассматриваются такие конструкции, относящиеся к структуре понятий, как: содержание понятия, объем понятия, закон обратного отношения между содержанием и объемом понятия, правила деления объема понятия, видовые и родовые понятия, единичные и общие понятия, конкретные и абстрактные понятия и т.д. И, наконец, логика определяет семь основных *правил определения понятий*, из-за незнания которых некоторыми исследователями в их публикациях подчас встречаются определения понятий, весьма напоминающие классический образец неправильного определения понятия: «собака есть животное с головой, хвостом и четырьмя ногами» (под такое определение подпадают почти все земные животные);

□□ *категория* – предельно широкое понятие, в котором отражены наиболее общие и существенные свойства, признаки, связи и отношения предметов, явлений окружающего мира. Например, «материя», «движение», «пространство», «время» и т.д. Каждая отрасль науки имеет свою собственную систему категорий.

□□ *принцип* – выполняет двоякую роль. С одной стороны, принцип выступает как центральное понятие, представляющее обобщение и распространение какого-либо положения на все явления, процессы той области, из которой данный принцип абстрагирован. С другой стороны, он выступает в смысле принципа действия – норматива, предписания к деятельности;

□□закон – существенное, объективное, всеобщее, устойчивое повторяющееся отношение между явлениями, процессам. Например, закон Ома, закон Джоуля-Ленца и т.д.

Исходя из того, что окружающий мир представляет собой совокупность материальных объектов и явлений, находящихся в многообразных и сложных связях, взаимозависимостях друг от друга, наиболее существенные отношения (связи) между объектами определяются как законы. Именно существенное отношение, присущее не отдельному объекту, а всей совокупности объектов, составляющих определенный класс, вид, множество объектов одного типа, является законом. Существенное отношение между объектами, явлениями или же между их сторонами, определяющее характер их существования и развития, выражает главный признак закона.

Всеобщность также является важнейшей чертой закона. Всеобщность означает, что любой закон природы и общества присущ всем без исключения объектам и явлениям определенного типа, уровня, то есть всему множеству объектов и процессов, которые охватываются этим законом. Все материальные объекты, от микрочастиц до космических гигантов, подчиняются закону всемирного тяготения; все электрически заряженные тела подчиняются закону Кулона и т.д.

Поскольку закон есть существенное, необходимое отношение между объектами (явлениями), он в то же время носит устойчивый, повторяющийся характер. Однако устойчивость закона нельзя понимать как абсолютную; с изменением условий эта связь может видоизмениться и полностью исчезнуть. Существенные связи, отражающие объективные законы природы и общества, осуществляются везде и всегда, но только если для этого имеются сходные объекты и соответствующие условия. Естественно, что обратное утверждение – повторяющиеся связи, зависимости есть законы – неправомерно. Повторяемость может быть совершенно случайной или же не отражающей существенных сторон явления природы. Повторяемость закона – одна из его черт, необходимая, но не достаточная. Но именно повторяемость закона в относительно тождественных условиях имеет принципиальное значение для науки, ее отсутствие исключило бы возможность познания окружающей действительности вообще;

□□теория. Вообще говоря, термин «теория» используется в двух смыслах. Во-первых, в самом общем смысле как форма деятельности общественно развитого человека, направленная на получение знания о природной и социальной действительности и вместе с практикой образующая совокупную деятельность общества. В этом смысле понятие «теория» является синонимом общественного сознания в наиболее высоких и развитых формах его логической организации. Как высший продукт организованного мышления она опосредует всякое отношение человека к действительности и является условием подлинно сознательного преобразования последней.

В узком смысле, который нас в данном случае и интересует, *теория* – форма достоверного научного знания о некоторой совокупности объектов, представляющая собой систему взаимосвязанных утверждений и доказательств и содержащая методы объяснения и предсказания явлений и процессов данной *предметной области*, то есть всех явлений и процессов, описываемых данной теорией.

Общее понятие о семиотике. *Семиотика* – наука, изучающая законы построения и функционирования знаковых систем. Семиотика естественным образом является одним из оснований методологии, поскольку человеческая деятельность, человеческое общение делает необходимым выработку многочисленных систем знаков с помощью которых люди могли бы передавать друг другу разнообразную информацию и тем самым организовывать свою деятельность.

Для того, чтобы содержание того или иного сообщения, которое один человек может передать другому, передавая добытое им знание о предмете или выработанное им отношение к предмету, было понято получателем, необходим такой способ трансляции,

который позволил бы получателю раскрыть смысл данного сообщения. А это возможно в том случае, если сообщение выражается в знаках, несущих доверенное им значение, и если передающий информацию и получающий ее одинаково понимают связь между *значением и знаком*.

1.4. Этические и эстетические основания

Эстетические основания методологии. *Эстетическая деятельность* (эстетические компоненты деятельности) присущи в той или иной мере каждому человеку в любом виде деятельности. Ее специфика и функции, если обозначить их в самом общем виде, заключаются в том, что она является сферой свободного самовыражения субъекта в его отношении к миру. Эстетическая деятельность имеет предметно-духовный характер. Ее предметом может стать любой объект действительности, доступный непосредственному восприятию или представлению. Это могут быть художественные произведения, содержащие специально заложенную в них эстетическую информацию; продукты целесообразной деятельности, утилитарному назначению которых сопутствует их эстетическая ценность; природные явления, выделенные из естественного ряда благодаря тому, что к их упорядочению коснулась рука человека, и уже вошедшие в контекст эстетической культуры. Предметом эстетической деятельности могут стать и явления эстетически нейтральные, ценность которых актуализируется или утверждаются в процессе самой деятельности. Сферой особого интереса эстетической деятельности всегда был и остается мир человека: общественно-исторический процесс, общественная жизнь людей, их поведение и внутренний, духовный мир.

Особое значение имеет эстетическое начало в труде как основной форме деятельности людей. Хорошо организованный, чередующийся в своих видах, а также с отдыхом свободный труд становится основной формой проявления и развития творческих, духовных и физических сил человека. С эстетическим началом в труде связано превращение его в первую жизненную потребность. Труд, направленный на удовлетворение материальных и духовных потребностей, становится истинно человеческим, когда он сам превращается в потребность, свободное удовлетворение которой доставляет человеку наслаждение, подобное тому, какое испытывает художник, создавая произведение искусства.

Таким образом, эстетика имеет непосредственное отношение к методологии науки как учения об организации научной деятельности, являясь одним из ее оснований. Нам осталось рассмотреть последнее основание методологии – этику.

Этические основания методологии. Поскольку любая человеческая деятельность осуществляется в обществе, естественно, она основывается (точнее, должна всегда основываться) на *морали* и, соответственно, организовывается в соответствии с нравственными *нормами*.

Как известно, *нравственная культура* общества характеризуется уровнем освоения членами общества моральных требований – нравственных норм, принципов, идеалов и т.д., степень овладения ими личностью и практического претворения в поступки, в каждодневное поведение, проявляющееся в отношении человека к другим людям, обществу в целом, в его целях, жизненных планах, ценностных ориентациях, установках и т.д.

Нравственность в общем смысле представляет единое целое, включающее моральное сознание, нравственные отношения и моральную деятельность. Природа морали социальна, она всегда имеет конкретно-историческое основание, обусловленное определенными общественными отношениями.

Нравственная культура выступает как ценностное освоение человеком окружающего мира. Моральные ценности, являющиеся своеобразным регулятивным механизмом отношений общества и личности, пронизывают всю деятельность индивидов,

всю систему взаимодействия между ними. В этих ценностях получают конкретное выражение такие категории морали, как добро, долг, честь, совесть и др.

Поскольку моральная регуляция направлена на достижение общественной, классовой, групповой согласованности деятельности людей, постольку моральные ценности становятся эталонами должного поведения. Они, как образец должного, составляют основу моральных оценок деятельности масс, групп и индивидов, фактов и событий. И в случае возникновения коллизий, актов отклоняющегося поведения посредством моральной оценки господствующее общественное мнение нацеливает индивидов, группы на образцы должного поведения.

Отметим, что моральные установки общества и личности различны. Как мораль общества не может быть сведена к механической сумме моральных установок индивидов, так и индивидуальная мораль не тождественна общественной морали. Между должным поведением, то есть отвечающим нравственным требованиям общества, и сущим, то есть практической нравственностью, поступками людей, отражающими достигнутый уровень их морального развития, существуют отношения противоречивого единства, которые могут выражаться в нравственных коллизиях.

Здесь нам необходимо затронуть еще два специфических аспекта этики⁴: так называемой корпоративной этики и профессиональной этики.

Корпоративная этика – это свод писанных и неписанных *норм* взаимоотношений между сотрудниками в рамках одного конкретного предприятия, фирмы, организации, учреждения, либо сложившиеся как традиции, либо закрепленные в нормативных документах – уставах, должностных инструкциях и т.д. И, естественно, каждый руководитель, каждый сотрудник должны следовать этим внутренним нормам.

Профессиональная этика. Для некоторых профессий существуют помимо общечеловеческих, общенациональных этических норм еще и дополнительные профессиональные этические нормы: педагогическая этика, медицинская этика (в т.ч. знаменитая клятва Гиппократова) и т.д. И, естественно, деятельность в таких профессиях организуется в соответствии и с этими специфическими этическими нормами.

Отдельный вопрос – нормы этики в профессиональной научной деятельности – нормы научной этики.

Вопросы самоконтроля

1. Определение - методологии.
2. Что в себя включает логическая структура.
3. Какими тремя фазами определяется завершенность цикла деятельности.
4. Дать понятие – основания методологии науки.
5. Философско-психологические и системотехнические основания.
6. Структурные компоненты деятельности.
7. Наукovedческие основания.
8. Общие понятия о науке.
9. Общие закономерности развития науки.
10. Свойства науки как результата.
11. Критерии научного знания.
12. Классификация научного знания.
13. Формы организации научного знания.
14. Общие понятия о семиотике.
15. Эстетические основания методологии.
16. Этические основания методологии.

Список литературы

Основная литература

- 1.Новиков, А.М. Методология научного исследования /А.М. Новиков, Д.А. Новиков. – М.: Либроком, 2010. – 280 с.
2. Новиков, Д.А. Методология управления / Д.А. Новиков. – М.: Либроком, 2011. – 128 с.

Дополнительная литература

1. Волкова, В.Н. Основы теории систем и системного анализа /В.Н. Волкова, А.А. Денисов. – СПб. ГТУ, 1999. -78 с.
2. Ильин, В.В. Природа науки: Гносеологический анализ/ В.В. Ильин, А.Т. Калинин. – М.: Высшая школа, 1985. – 105 с.
3. Перегудов, Ф.И. Введение в системный анализ /Ф.И. Перегудов, Ф.П. Тарасенко. - М.: Высшая школа, 1989. – 223 с.

Лекция 2

Системы и системные исследования в земледелии

2.1 Понятие о методологии и ее системности

Современное сельскохозяйственное производство – очень сложная многокомпонентная система, конечный результат функционирования которой зависит от того, как составляющие ее компоненты взаимосвязаны между собой. Поэтому в основе современного научного подхода к управлению должен быть системный подход (принцип), который в планировании предполагает увеличение роли науки в выработке оптимальных планов или целей производства, в исполнительной фазе – в определении рациональных путей достижения этих целей.

Ценность системного принципа в управлении, прежде всего, в том, что его применение способствует повышению конечного эффекта функционирования сельскохозяйственного производства и его отраслей.

Методология в широком смысле слова представляет собой систему принципов и способов организации и построения теоретической и практической деятельности, а также – учение об этой системе. Существует другое определение методологии как «учения о методе научного познания и преобразования мира».

Еще одно определение Методология (от греческого *methodos* – метод и *logos* – учение) – совокупность приемов исследования, применяемых в научном познании мира. Методология также формирует представление о последовательности действий исследователя в процессе решения задачи.

Метод или по-другому путь исследования представляет собой способ достижения определенной цели, совокупность приемов и операций практического или теоретического освоения действительности. Прием – это способ или образ действия. В области науки метод есть путь познания, который исследователь прокладывает к своему предмету. Таким образом, метод научного исследования – это способ познания объективной действительности.

Традиционные методы принятия решений на основе практического опыта, интуиции и несложных расчетов мало учитывающие взаимодействие факторов производства продукции растениеводства приемлемы при управлении несложных объектов, поскольку отрицательные последствия неоптимальных решений будут иметь локальное значение.

Для выбора оптимального планового или технологического решения необходимы рассмотрение и оценка множества вариантов взаимодействия между элементами системы и внешней среды. Поэтому в решении сложных задач в области сельского хозяйства следует использовать модели, которые служат абстрактными элементами реальных систем, в различной степени отображающие основные принципы организации и функционирования этих систем.

Системный метод представляет собой методологию научного анализа решения проблемы, который позволяет представить наши знания о процессах формирования урожая, плодородия почвы таким образом, что создается возможность быстро находить лучшие по избранным критериям плановые и технологические решения.

Что же такое система вообще?

По определению Большой Советской Энциклопедии, система – это объективное единство закономерно связанных друг с другом предметов, явлений, а также знаний о природе и обществе. К этому определению следует добавить, что система – это не просто совокупность взаимосвязанных элементов, а целенаправленное множество упорядоченно взаимосвязанных элементов, объединенных в единое целое, способное выполнять заданную функцию. Система основывается на связи между объединенными элементами. Элемент, не имеющий хотя бы одной связи с другими, не входит в рассматриваемую систему (Мамиконов, 1981).

2.2 Основные свойства систем

1. Целостность системы. Это важнейшее и определяющее свойство системы. Согласно определению система представляет собой объективное единство целенаправленно взаимодействующих структурных элементов для достижения общесистемных целей. Свойство целостности возникает из специфических особенностей взаимодействия между элементами и подсистемами. Система как целое всегда обладает качественно новыми свойствами, которых не было у первичных элементов системы; эти новые свойства не являются простой суммой характеристик составляющих частей системы. *Эмерджентность* называется – 1. проявление качественно новых свойств, не присущих отдельным элементам системы, и 2. целевые функции отдельных подсистем, как правило не совпадают с целевой функцией самой системы.

Эмерджентность присуща всем достаточно большим и сложным системам.

2. Связность (структурность) системы. Под свойством связности системы понимают особый характер взаимосвязей между ее элементами. Свойство связности проявляется в форме определенной упорядоченности отношений между элементами, например чередование культур на полях севооборота. Именно наличие особого характера связности между элементами служит основой вычленения системы из окружающей среды как относительно обособленного целого. Связность определяет характер внутренней структуры системы. Эффективность функционирования системы существенно зависит от характера структуры последней.

3. Взаимозависимости системы и среды

Система формирует и проявляет свои свойства в процессе взаимодействия с внешней средой, являясь при этом ведущим, активным компонентом.

Она реагирует на внешнее воздействие, развивается под ним, но при этом сохраняет качественную определенность и свойства, обеспечивающие относительную устойчивость и адаптивность функционирования системы. Без взаимодействия с внешней средой и наличия обратной связи агроценоз как открытая система не может эффективно функционировать.

4. Иерархичность

Каждый компонент системы можно принять за систему более низкого уровня, а рассматриваемую систему – как часть более сложной. Клетка – ткань – орган – растение – агрофитоценоз – севооборот и т.д.

5. Множественность описания системы.

В связи с принципиальной сложностью системы ее адекватное познание требует построения множества различных моделей, каждая из которых описывает определенный аспект – АСПЕКТ, аспекта, *муж.* (*лат.* aspectus - взгляд) (*книж.*). Точка зрения, определенное понимание чего-нибудь. Каждая система имеет входное воздействие, систему обработки, конечные результаты и обратную связь

2.3 Классификация систем

Любая классификация многоаспектна, так как любое явление можно дифференцировать по различным признакам. Поскольку в качестве систем рассматриваются явления в самых разных предметных областях, то и системы можно классифицировать по их происхождению, специфике составляющих их элементов, характеру взаимодействия с окружающей средой, характеру движения, характеру причинной обусловленности событий в процессе взаимодействия элементов, степени сложности.

По происхождению системы делят на *естественные*, возникшие независимо от человека (например, Солнечная система), и *искусственные*, т. е. созданные человеком (например, система севооборотов). В процессе хозяйственной деятельности специалистам приходится управлять поведением как искусственных, так и естественных систем.

По специфике составляющих систему элементов (т. е. по их природе) различают системы материальные и абстрактные. Элементы, образующие систему, могут быть самыми разными по своей природе. Если система состоит из множества материальных объектов, то данная совокупность элементов, целенаправленно взаимодействующих между собой, представляется как *физическая (материальная) система*. Например, здание элеватора как физическая система состоит из множества конструктивных элементов; зерноуборочный комбайн как система состоит из множества узлов, механизмов, деталей; множество небесных тел образует Солнечную систему и т.д. *Абстрактные системы* имеют специфические элементы. Примерами абстрактных систем могут служить знаковые системы (русский алфавит, система линейных уравнений), системы понятий (система философских категорий), система взглядов (взгляды Э. Канта и т.д.). В управлении современным сложным производством абстрактные системы играют не меньшую роль, чем материальные.

По характеру взаимодействия со средой различают открытые и замкнутые системы. В *открытой системе* происходит непрерывный обмен с внешней средой энергией, веществом, информацией. Открытая система непрерывно взаимодействует со средой. Все биологические, технические, экономические системы являются открытыми. Иногда используют термин «очень открытые системы», подчеркивая особо интенсивный характер взаимодействия системы со средой. Например, завод по производству комбайнов можно назвать очень открытой системой, поскольку завод получает практически все комплектующие детали со стороны, а всю продукцию

реализует также другим организациям. В замкнутой системе ее элементы взаимодействуют только между собой и не связаны с внешней средой. Строго говоря, абсолютно замкнутых систем, т. е. систем, которые не обмениваются с окружающей средой веществом, энергией и информацией, не может быть. Если бы они даже существовали, мы бы их не смогли обнаружить. Любые реальные системы подвергаются воздействию среды и сами оказывают влияние на нее. Но иногда в методических целях полезно абстрагироваться от несущественных в условиях данной задачи взаимодействий системы со средой и рассматривать ее как замкнутую, например при обмене информацией. Так, компьютер, выполняющий в автоматическом режиме по определенному алгоритму некоторую расчетную задачу, представляет собой информационно замкнутую систему. Поэтому можно говорить лишь об относительно замкнутых системах.

По характеру причинной обусловленности событий в процессе взаимодействия элементов, в частности по характеру зависимости выходных реакций системы от входных импульсов, различают детерминированные и вероятностные системы. Если в процессе взаимодействия последовательность событий в цепи «причина — следствие» однозначно предопределена, т. е., зная характер входных импульсов можно точно предсказать, какой будет ожидаемая реакция на выходе, то такие системы называют *детерминированными*. Связи в детерминированных системах носят жесткий, функциональный характер. Поведение таких систем в любой момент предсказуемо (например, зная коэффициент расширения металла и величину изменения температуры, можно точно предсказать на сколько миллиметров изменится длина металлического стержня; зная законы движения планет Солнечной системы, можно точно предсказать время солнечных и лунных затмений и т. д.).

По степени сложности системы принято делить на простые, сложные и очень сложные. (слайд) При рассмотрении свойств систем было отмечено, что системы различаются числом элементов, степенью разветвленности™ структуры, разнообразием. Именно эти признаки характеризуют степень сложности систем.

Простыми называют системы, состоящие из небольшого числа элементов, с простыми взаимосвязями, неразветвленной внутренней структурой, целью которых является выполнение элементарных функций. Исследовать и описывать структуру и поведение таких систем достаточно легко. Примерами таких систем являются чередование культур в севообороте, трехпольный севооборот, электрическая осветительная сеть в аудитории и т. д.

Система называется *сложной*, если число элементов в ней значительно, но еще обозримо и поддается исчислению, структура взаимосвязей и взаимодействий имеет разветвленный характер, выполняемые функции разнообразны. В то же время, несмотря на сложность структуры и выполняемых функций, система поддается описанию. Примером сложной системы может служить – система семеноводства, сельскохозяйственное предприятие.

Очень сложными принято называть системы, сущность взаимосвязей в которых недостаточно изучена и не вполне понятна. Исчерпывающее описание структуры и поведения таких систем при данном уровне знаний невозможно. Очень сложными системами являются вселенная, общество, экономика, мозг.

Примером простой системы служит трехпольный севооборот, сложной — система семеноводства, а очень сложной — общество, вселенная, мозг.

Рассматривая приведенную классификацию, следует иметь в виду, что не существует строгой количественной меры оценки сложности систем по числу элементов, степени связности, характеру структуры, организованности и т. д. Границы в этой классификации достаточно условны. Жестких критериев дифференциации систем по сложности нет. Условность и относительность границ при классификации состоят еще и в том, что

термином «сложная система» иногда обозначают не конкретную систему, относящуюся к данному типу, а *метод исследования систем* при решении многоцелевых задач. Например, при обосновании выбора места для размещения крупной молочной фермы или откормочного комплекса приходится рассматривать одновременно множество аспектов, часто несопоставимых: возможности кормовой базы, наличие квалифицированной рабочей силы, возможности приобретения племенного молодняка, обеспечение водой, варианты утилизации отходов, охрану окружающей среды, спрос на рынке для реализации продукции, потребность в капитальных вложениях и т.д. Проблема сложна в том смысле, что включает разнородные подзадачи, которые должны быть структурированы. В данном случае под термином «сложная система» понимают метод декомпозиции проблемы — расчленения на составные элементы, на функциональные задачи, на аспекты исследования. Решение проблемы состоит в нахождении области пересечения рассматриваемых аспектов.

Декомпозицию можно осуществить и другим методом — не по функциональным задачам, а по частям. В этом случае используют термин «большая система». Термин «большая система» не означает, что системы делятся на большие и малые. Под *большой системой* понимают метод декомпозиции, используемый при анализе таких систем, которые невозможно охватить в целом, поскольку они необозримы либо в пространстве, либо во времени, и поэтому исследуются по частям. Следовательно, понятия «сложная система» и «большая система» рассматриваются как разные методические подходы при декомпозиции систем, при их структуризации.

Вопросы самоконтроля

1. Что же такое система
2. Понятие методологии
3. Свойства системы
4. Классификация системы по происхождению
5. Классификация системы по специфике составляющих систему элементов
6. Классификация системы по характеру взаимодействия со средой
7. Классификация системы по характеру причинной обусловленности
8. Классификация системы по степени сложности

Список литературы

Основная литература

1. Системы земледелия (под редакцией Сафонова А.Ф. – М.: КолосС 2009 – 447 с.
2. Основы научных исследований в агрономии / Б.Д. Кирюшин, Р.Р. Усманов, И.П. Васильев. – М.: КолосС, 2009 – 398 с.

Дополнительная литература

1. Образцов А.С Системный метод: применение в земледелии – М.: Агропромиздат, 1990 – 303 с.

Лекция 3

Характеристики научной деятельности

3.1 Особенности научной деятельности

Описание характеристик научной деятельности начнем с ее особенностей.

Говоря об особенностях научной деятельности, необходимо различать *индивидуальную научную деятельность* – как процесс научной работы отдельного исследователя – и *коллективную научную деятельность* – как деятельность всего сообщества ученых, работающих в данной отрасли науки,

или как работу научного коллектива исследовательского института, научных групп, научных школ и т.д. Они различны.

Особенности индивидуальной научной деятельности:

1. Научный работник должен четко ограничивать рамки своей деятельности и определять цели своей научной работы. В науке, так же как и в любой другой области профессиональной деятельности, происходит естественное разделение труда. Научный работник не может заниматься «наукой вообще», а должен вычлнить четкое направление работы, поставить конкретную цель и последовательно идти к ее достижению. О проектировании исследований мы будем говорить ниже, а здесь необходимо отметить, что свойство любой научной работы заключается в том, что на пути исследователя постоянно «попадаются» интереснейшие явления и факты, которые сами по себе имеют большую ценность и которые хочется изучить подробнее. Но исследователь рискует отвлечься от стержневого русла своей научной работы, заняться изучением этих побочных для его исследования явлений и фактов, за которыми откроются новые явления и факты, и это будет продолжаться без конца. Работа таким образом «расплывется». В итоге не будут достигнуты никакие результаты. Это является типичной ошибкой большинства начинающих исследователей, о которой необходимо предупредить. Одним из главных качеств научного работника является способность сосредоточиться только на той проблеме, которой он занимается, а все остальные – «побочные» – использовать только в той мере и на том уровне, как они описаны в современной ему научной литературе.

2. Научная работа строится «на плечах предшественников». Прежде чем приступать к любой научной работе по какой-либо проблеме, необходимо изучить в научной литературе, что было сделано в данной области предшественниками.

3. Научный работник должен освоить научную терминологию и строго выстроить свой понятийный аппарат. Дело не только в том, чтобы писать сложным языком как, часто заблуждаясь, считают многие начинающие научные работники: что чем сложнее и непонятнее, тем якобы научнее. Достоинством настоящего ученого является то, что он пишет и говорит о самых сложных вещах простым языком. Дело и в другом. Исследователь должен провести четкую грань между обыденным и научным языком. А различие заключается в том, что к обыденному разговорному языку не предъявляется особых требований к точности используемой терминологии.

4. Результат любой научной работы, любого исследования должен быть обязательно оформлен в «письменном» виде (печатном или электронном) и опубликован – в виде научного отчета, научного доклада, реферата, статьи, книги и т.д. Это требование обуславливается двумя обстоятельствами. Во-первых, только в письменном виде можно изложить свои идеи и результаты на строго научном языке. В устной речи этого почти никогда не получается. Причем написание любой научной работы, даже самой маленькой статьи, для начинающего исследователя представляет большую сложность, поскольку то, что легко проговаривается в публичных выступлениях или же мысленно проговаривается «про себя», оказывается «ненаписуемым». Здесь та же разница, что и между обыденным, житейским и научным языками. В устной речи мы и сами за собой и наши слушатели не

замечают логических огрехов. Письменный же текст требует строгого логического изложения, а это сделать намного труднее. Во-вторых, цель любой научной работы – получить и довести до людей новое научное знание. И если это «новое научное знание»

остается только в голове исследователя, о нем никто не сможет прочитать, то это знание, по сути дела, пропадет.

Кроме того, количество и объем научных публикаций являются показателем, правда, формальным, продуктивности любого научного работника. И каждый исследователь постоянно ведет и пополняет список своих опубликованных работ.

Особенности коллективной научной деятельности:

1. Плюрализм научного мнения. Поскольку любая научная работа является творческим процессом, то очень важно, чтобы этот процесс не был «зарегламентирован». Естественно, научная работа каждого исследовательского коллектива может и должна планироваться и довольно строго. Но при этом каждый исследователь, если он достаточно грамотен, имеет право на свою точку зрения, свое мнение, которые должны, безусловно, уважаться. Любые попытки диктата, навязывание всем общей единой точки зрения никогда не приводило к положительному результату. Вспомним, к примеру, хотя бы печальную историю с Т.Д. Лысенко, когда отечественная биология была отброшена на десятилетия назад.

В том числе, существование в одной и той же отрасли науки различных научных школ обусловлено и объективной необходимостью существования различных точек зрения, взглядов, подходов. А жизнь, практика потом подтверждают или опровергают различные теории, или же примиряют их, как, например, примирила таких ярких противников, какими были в свое время Р. Гук и И. Ньютон в физике, или И.П. Павлов и А.А. Ухтомский в физиологии.

2. Коммуникации в науке. Любые научные исследования могут проводиться только в определенном сообществе ученых. Это обусловлено тем обстоятельством, что любому исследователю, даже самому квалифицированному, всегда необходимо обговаривать и обсуждать с коллегами свои идеи, полученные факты, теоретические построения – чтобы избежать ошибок и заблуждений. Следует отметить, что среди начинающих исследователей нередко бытует мнение, что де «я буду заниматься научной работой сам по себе, а вот когда получу большие результаты, тогда и буду публиковать, обсуждать и т.д.». Но, к сожалению, такого не бывает. Научные робинзонады никогда ничем путным не кончались – человек «закапывался», запутывался в своих исканиях и, разочаровавшись, оставлял научную деятельность. Поэтому всегда необходимо *научное общение*.

Одним из условий научного общения для любого исследователя является его непосредственное и опосредованное общение со всеми коллегами, работающими в данной отрасли науки – через специально организуемые научные и научно-практические конференции, семинары, симпозиумы (непосредственное или виртуальное общение) и через научную

литературу – статьи в печатных и электронных журналах, сборниках, книги и т.д. (опосредованное общение). И в том и в другом случае исследователь, с одной стороны, выступает сам или публикует свои результаты, с другой стороны – слушает и читает то, чем занимаются другие исследователи, его коллеги.

3. Внедрение результатов исследования – важнейший момент научной деятельности, поскольку конечной целью науки как отрасли народного хозяйства является, естественно, внедрение полученных результатов в практику. Однако следует предостеречь от широко бытующего среди людей, далеких от науки, представления, что результаты каждой научной работы должны быть обязательно внедрены. Вообразим себе такой пример. Только по педагогике ежегодно защищается более 3000 кандидатских и докторских диссертаций. Если исходить из предположения, что все полученные результаты должны быть внедрены, то представим себе бедного учителя, который должен

прочитать все эти диссертации, а каждая из них содержит от 100 до 400 страниц машинописного текста. Естественно, никто этого делать не будет.

Механизм внедрения иной. Результаты отдельных исследований публикуются в тезисах, статьях, затем они обобщаются (и тем самым как бы «сокращаются») в книгах, брошюрах, монографиях как чисто *научных публикациях*, а затем в еще более обобщенном, сокращенном и систематизированном виде попадают в вузовские учебники. И уже совсем «отжатые», наиболее фундаментальные результаты попадают в школьные учебники.

3.2 Принципы научного познания

. Современная наука руководствуется тремя основными *принципами познания*: принципом детерминизма, принципом соответствия и принципом дополнительности.

Принцип детерминизма. Принцип детерминизма, будучи общенаучным, организует построение знания в конкретных науках. Детерминизм выступает, прежде всего, в форме причинности как совокупности обстоятельств, которые предшествуют во времени какому-либо данному событию и вызывают его.

То есть, имеет место связь явлений и процессов, когда одно явление, процесс (причина) при определенных условиях с необходимостью порождает, производит другое явление, процесс (следствие).

Принципиальным недостатком прежнего, классического (так называемого лапласовского) детерминизма является то обстоятельство, что он ограничивался одной лишь непосредственно действующей причинностью, трактуемой чисто механистически: объективная природа случайности отрицалась, вероятностные связи выводились за пределы детерминизма и противопоставлялись материальной детерминации явлений.

Современное понимание принципа детерминизма предполагает наличие разнообразных объективно существующих форм взаимосвязи явлений, многие из которых выражаются в виде соотношений, не имеющих непосредственно причинного характера, то есть прямо не содержащих момента порождения одного другим. Сюда входят пространственные и временные корреляции, функциональные зависимости и т.д. В том числе, в современной науке, в отличие от детерминизма классической науки, особенно важными оказываются соотношения неопределенностей, формулируемые на языке вероятностных законов или соотношения нечетких множеств, или интервальных величин и т.д. (Д.А. Новиков, 2007).

Однако все формы реальных взаимосвязей явлений в конечном счете складываются на основе всеобщей действующей причинности, вне которой не существует ни одно явление действительности. В том числе, и такие события, называемые случайными, в совокупности которых выявляются статистические законы. В последнее время теория вероятностей, математическая статистика и т.д. все больше внедряются в исследования в общественных, гуманитарных науках.

Принцип соответствия. В своем первоначальном виде принцип соответствия был сформулирован как «эмпирическое правило», выражающее закономерную связь в форме предельного перехода между теорией атома, основанной на квантовых постулатах, и классической механикой; а также между специальной теорией относительности и классической механикой. Так, например, условно выделяются четыре механики: классическая механика И. Ньютона (соответствующая большим массам, то есть массам, много большим массы элементарных частиц, и малым скоростям, то есть скоростям, много меньшим скорости света), релятивистская механика – теория относительности А. Эйнштейна («большие» массы, «большие» скорости), квантовая механика («малые» массы, «малые» скорости) и релятивистская квантовая механика («малые» массы, «большие» скорости). Они полностью согласуются между собой «на стыках». В процессе дальнейшего развития научного знания истинность принципа соответствия была доказана

практически для всех важнейших открытий в физике, а вслед за этим и в других науках, после чего стала возможной его обобщенная формулировка: теории, справедливость которых экспериментально установлена для той или иной области явлений, с появлением новых, более общих теорий не отбрасываются как нечто ложное, но сохраняют свое значение для прежней области явлений как предельная форма и частный случай новых теорий. Выводы новых теорий в той области, где была справедлива старая «классическая» теория, переходят в выводы классической теории.

Необходимо отметить, что строгое выполнение принципа соответствия имеет место в рамках эволюционного развития науки. Но, не исключены ситуации «научных революций», когда новая теория опровергает предшествующую и замещает ее.

Принцип соответствия означает, в частности, и преемственность научных теорий. На необходимость следования принципу соответствия приходится обращать внимание исследователей, поскольку в последнее время в гуманитарных и общественных науках стали появляться работы, особенно выполненные людьми, пришедшими в эти отрасли науки из других, «сильных» областей научного знания, в которых делаются попытки создать новые теории, концепции и т.п., мало связанные или никак не связанные с прежними теориями. Новые теоретические построения бывают полезны для

развития науки, но если они не будут соотноситься с прежними, то наука перестанет быть цельной, а ученые в скором времени вообще перестанут понимать друг друга.

Принцип дополнительности. Принцип дополнительности возник в результате новых открытий в физике также на рубеже XIX и XX веков, когда выяснилось, что исследователь, изучая объект, вносит в него, в том числе посредством применяемого прибора, определенные изменения. Этот принцип

был впервые сформулирован Н. Бором: воспроизведение целостности явления требует применения в познании взаимоисключающих «дополнительных» классов понятий. В физике, в частности, это означало, что получение экспериментальных данных об одних физических величинах неизменно связано с изменением данных о других величинах, дополнительных к первым (узкое – физическое – понимание принципа дополнительности). С помощью дополнительности устанавливается эквивалентность между классами понятий, комплексно описывающими противоречивые ситуации в различных сферах познания (общее понимание принципа дополнительности).

Принцип дополнительности существенно изменил весь строй науки. Если классическая наука функционировала как цельное образование, ориентированное на получение системы знаний в окончательном и завершенном виде, на однозначное исследование событий, исключение из контекста науки влияния деятельности исследователя и используемых им средств, на оценку входящего в наличный фонд науки знания как абсолютно достоверного, то с появлением принципа дополнительности ситуация изменилась.

Важно следующее:

- включение субъектной деятельности исследователя в контекст науки привело к изменению понимания предмета знания: им стала теперь не реальность «в чистом виде», а некоторый ее срез, заданный через призмы принятых теоретических и эмпирических средств и способов ее освоения познающим субъектом;

- взаимодействие изучаемого объекта с исследователем (в том числе посредством приборов) не может не привести к различной проявляемости свойств объекта в зависимости от типа его взаимодействия с познающим субъектом в различных, часто взаимоисключающих условиях. А это означает

правомерность и равноправие различных научных описаний объекта, в том числе различных теорий, описывающих один и тот же объект, одну и ту же предметную область. Поэтому, очевидно, булгаковский Воланд и говорит: «Все теории стоят одна другой».

Такой подход оказывается весьма продуктивным для объяснения принципов организации научной деятельности.

Вопросы самоконтроля

1. Особенности научной деятельности.
2. Особенности индивидуальной научной деятельности.
3. Особенности коллективной научной деятельности.
4. Принципы научного познания.
5. Принцип детерминизма.
6. Принцип соответствия.
7. Принцип дополненности

Список литературы

Основная литература

1. Новиков, А.М. Методология научного исследования /А.М. Новиков, Д.А. Новиков. – М.: Либроком, 2009. – 280 с.
2. Новиков, Д.А. Методология управления / Д.А. Новиков. – М.: Либроком, 2011. – 128 с.

Дополнительная литература

1. Новиков, Д.А. Теория управления организационными системами /Д.А. Новиков. – М.: Физматлит, 2007. – 123 с.

Лекция 4

Системный метод исследований в земледелии

4.1 Системный метод как основной метод исследований систем

Системный подход включает в себя ряд методологических принципов:

рассматривать любые сложные явления в виде целенаправленной системы, которая является частью более общей системы и, в свою очередь, включает подсистемы нижнего уровня;

оценивать цели функционирования отдельных подсистем с позиции достижения общесистемных целей, выявлять противоречия между локальными и общесистемными целями, обоснованно выбирать критерии эффективности функционирования системы;

рассматривать каждый элемент системы в его взаимодействии с другими элементами и выявлять последствия результатов изменения в отдельных звеньях системы для поведения системы в целом;

выявлять специфические системные свойства и разрабатывать формализованные модели для исследования поведения систем;

проводить диагностический анализ с целью выявления «узких мест», тормозящих эффективное функционирование системы;

исследовать особенности управления и механизмов обратных связей, оптимизировать режим поведения системы.

4.2 Системный анализ

Если системный подход рассматривают как современную методологию научных исследований, то системный анализ — это совокупность конкретных научных методов и приемов реализации принципов системного подхода.

Системный анализ эффективно применяют в тех случаях, когда исследуемый объект чрезвычайно сложен, свойства его трудно-наблюдаемы, связи с внешней средой многообразны.

Цель системного анализа — правильно сформулировать и структурировать саму проблему, превратить сложную задачу в серию более простых задач, методы решения которых известны, для выяснения возможностей улучшения функционирования этого объекта в системе (пример, эффективность применения минеральных удобрений при интенсификации системы земледелия).

Системный анализ эффективно используют в следующих ситуациях:

при решении новых проблем, когда разрабатываются принципиально новые системы и решаются задачи, не имеющие аналогий;

когда проблема имеет разветвленные связи и отдаленные последствия;

когда решение проблемы связано с факторами риска и неопределенности;

при увязке целей с множеством средств их достижения;

В настоящее время основным методом исследования систем является системный метод или системный анализ.

Применение системного анализа, в рамках которого используются формальные и неформальные методы, облегчает задачу выбора лучших вариантов решений на основе сочетания знаний и практического опыта специалистов с количественным анализом.

Однако биологические и сельскохозяйственные системы включают в себя факторы, не поддающиеся строгой количественной оценке (температура, влага, освещенность). Поэтому в процессе принятия решений приходится осуществлять выбор альтернатив в условиях неопределенности.

Известно, что управление системой сельскохозяйственного производства отличается большой сложностью, так как получаемая информация и ее обработка не позволяют с особой точностью принимать оптимальные решения и в этом случае большую роль играет фактор морального характера и квалификация специалистов (профессиональное чутье).

Упростить и уточнить решение проблемы сельскохозяйственного производства может системный анализ всех биологических систем и их взаимодействие.

При применении системного анализа для решения практических задач в агрономии целесообразно использовать деление этого процесса на ряд этапов в связи с тем, что земельные проблемы включают в себя проблемы экологического, технологического и организационно-экономического характера.

Этапы системного анализа:

1. Выбор проблемы (постановка задачи).

Необходимо правильно поставить задачу.

Поэтому в решении этой проблемы значительная роль принадлежит специалистам в области сельского хозяйства, которые должны знать, что и как нужно изменить в системе

или ее частях, чтобы улучшить функционирование этой системы. Дело в том, что даже самые лучшие специалисты в своей области при решении сложных проблем без системного подхода не в состоянии учесть все факторы, влияющие на функционирование системы, предусмотреть все последствия планируемых воздействий на систему. Например (мелиорация, освоение целинных земель).

В 1956 году была учреждена новая медаль «За освоение целинных земель», эскиз которой выполнил художник Филиппов. Награда была предназначена для вручения работникам колхозов и совхозов, партийным служащим и другим лицам, за личные заслуги в процессе поднятия целинных земель в районах Сибири, Кавказа, Казахстана и Поволжья. Круглая медаль изготавливалась из цветного металла, на лицевой стороне был изображен комбайн, во время уборки урожая.

2. Постановка задачи и ограничение ее сложности.

После выбора проблемы необходимо, насколько это, возможно, упростить решение поставленной задачи. При этом должны быть сохранены все элементы, которые делают проблему достаточно интересной для практического изучения.

3. Анализ конечных целей и задач исследования, установление их иерархии.

После постановки задачи и ограничения степени ее сложности устанавливаются конечные цели, которые могут быть неравнозначны и образуют некоторую иерархию, последовательно подразделяясь на ряд главных и второстепенных задач. Пример при решении задачи оптимального управления системой кормопроизводства первостепенная цель – достижение максимального сбора кормов с единицы площади при эффективном использовании ресурсов. В этом случае важное значение имеют сбалансированность кормов по питательности, время уборки их себестоимость, возможность хранения при минимальных затратах.

4. Выбор методов решения задачи. Как правило, имеется более чем один способ решения каждой конкретной проблемы.

На данном этапе решения проблемы выбирается наиболее оптимальный метод, учитывая способы, применяемые для решения аналогичных задач.

5. Структуризация системы. Цель этого этапа – выяснение структуры системы, состава ее элементов и связи между ними, достижение точного представления о внутреннем строении и свойствах объекта исследования.

Структура – это взаиморасположение составных частей, совокупность связей между элементами системы, отражающих их взаимодействие.

Число связей в сельскохозяйственных системах очень большое. Учесть и использовать (исследовать) абсолютно все связи невозможно, да и нецелесообразно, так как многие из них несущественны и не влияют на функционирование системы и качество принимаемых решений.

6. Моделирование. Разрабатывается математическая модель системного анализа, которая оценивается по трем показателям: диапазону приложимости модели (общности) – диапазон приложимости данной модели экосистемы к другим экосистемам в процессе их изучения; число различных ситуаций, в которых данная модель приложима, степени соответствия биологическим представлениям, которые описывает модель (реалистичности) и способности модели количественно предсказывать поведение системы (точности) – Степень соответствия модели реальному объекту или процессу, полнота и точность описания ею предмета исследования. Обычно, чем выше ее адекватность, тем она сложнее. Поэтому на практике стремятся найти компромисс между точностью модели и трудоемкостью ее реализации.

7. Производственная проверка и внедрение результатов. В процессе производственной проверки и внедрения плановых технологических решений выявляются недостатки или

неполнота этапов системного анализа, необходимость пересмотра и усовершенствования моделей

4.3 Ситуации при изучении систем

Как было замечено ранее любая подсистема – это одновременно и самостоятельная система, и элемент системы более высокого уровня. В связи с этим можно выделить три ситуации при изучении систем.

Первая ситуация. Систему исследуют как целое на так называемом макроуровне. Основное влияние в этом случае уделяют взаимодействию системы с внешней средой. Элементы системы изучают лишь с точки зрения организации их в единое целое, влияния каждого из них на ее функционирование. Агрофитоценоз – поле яровой пшеницы.

Вторая ситуация. Изучение взаимодействия элементов внутри системы, их свойств и условий функционирования с целью улучшения данной системы (исследование на микроуровне – генная инженерия – соя которая устойчива к гербициду раундапу).

Третья ситуация. Рассматривается комплексное влияние внешней среды и структуры системы на результаты ее функционирования (например выбор сортов для энергосберегающих технологий (слайд).

В зависимости от характера проблемы схемы системного анализа могут быть различные. Так, для решения задач оптимального управления производством продукции растениеводства, и в частности кормопроизводства, разработана схема системного анализа, доступная для практического использования специалистами сельского хозяйства, не имеющими профессиональной математической подготовки (слайд).

В данном случае под управлением понимается процесс, направленный на определение оптимальных целей кормопроизводства и рациональных путей их достижения.

В данном случае под управлением понимается процесс, направленный на определение оптимальных целей или (планов) кормопроизводства и рациональных путей их достижения.

Процесс управления включает три фазы: первая – анализ альтернатив; вторая – выбор альтернатив (планирование); третья – исполнение (организация производства и оперативное управление).

Вопросы самоконтроля

1. Методологические принципы системного подхода
2. Определение системного анализа
3. Этапы системного анализа
4. Ситуации при изучении систем

Список литературы

Основная литература

3. Системы земледелия (под редакцией Сафонова А.Ф. – М.: КолосС 2009 – 447 с.
4. Основы научных исследований в агрономии / Б.Д. Кирюшин, Р.Р. Усманов, И.П. Васильев. – М.: КолосС, 2009 – 398 с.

Дополнительная литература

2. Образцов А.С Системный метод: применение в земледелии – М.: Агропромиздат, 1990 – 303 с.

Лекция 5

Средства и методы научного исследования

5.1 Средства научного исследования (средства познания)

В ходе развития науки разрабатываются и совершенствуются *средства познания*: материальные, математические, логические, языковы. Кроме того, в последнее время к ним, очевидно, необходимо добавить информационные средства как особый класс. Все средства познания – это специально создаваемые средства. В этом смысле материальные, информационные, математические, логические, языковые средства познания обладают общим свойством: их конструируют, создают, разрабатывают, обосновывают для тех или иных познавательных целей.

Материальные средства познания – это, в первую очередь, приборы для научных исследований. В истории с возникновением материальных средств познания связано формирование эмпирических методов исследования – наблюдения, измерения, эксперимента.

Эти средства непосредственно направлены на изучаемые объекты, им принадлежит главная роль в эмпирической проверке гипотез и других результатов научного исследования, в открытии новых объектов, фактов. Использование материальных средств познания в науке вообще – микроскопа, телескопа, синхрофазотрона, спутников Земли и т.д. – оказывает

глубокое влияние на формирование понятийного аппарата наук, на способы описания изучаемых предметов, способы рассуждений и представлений, на используемые обобщения, идеализации и аргументы.

Информационные средства познания. Массовое внедрение вычислительной техники, информационных технологий, средств телекоммуникаций коренным образом преобразует научно-исследовательскую деятельность во многих отраслях науки, делает их средствами научного познания, расширяет и упрощает научные коммуникации. В том числе, в последние десятилетия вычислительная техника широко используется для автоматизации эксперимента в физике, биологии, в технических науках и т.д., что позволяет в сотни, тысячи раз упростить исследовательские процедуры и сократить время обработки данных. Кроме того, информационные средства позволяют значительно упростить обработку статистических данных практически во всех отраслях науки. А применение спутниковых навигационных систем во много раз повышает точность измерений в геодезии, картографии и т.д.

Математические средства познания. Развитие математических средств познания оказывает все большее влияние на развитие современной науки, они проникают и в гуманитарные, общественные науки.

Под влиянием математических средств познания претерпевает существенные изменения теоретический аппарат описательных наук. Математические средства позволяют систематизировать эмпирические данные, выявлять и формулировать количественные зависимости и закономерности. Математические средства используются также как особые формы идеализации и аналогии

Логические средства познания. В любом исследовании ученому приходится решать *логические задачи*:

- каким логическим требованиям должны удовлетворять рассуждения, позволяющие делать объективно-истинные заключения; каким образом контролировать характер этих рассуждений?

- каким логическим требованиям должно удовлетворять описание эмпирически наблюдаемых характеристик?

– как логически анализировать исходные системы научных знаний, как согласовывать одни системы знаний с другими системами знаний (например, в социологии и тесно с ней связанной психологии)?

– каким образом строить научную теорию, позволяющую давать научные объяснения, предсказания и т.д.?

Использование логических средств в процессе построения рассуждений и доказательств позволяет исследователю отделять контролируемые аргументы от интуитивно или некритически принимаемых, ложные от истинных, путаницу от противоречий.

Языковые средства познания. Важным языковым средством познания являются, в том числе, правила построения определений понятий (дефиниций). Во всяком научном исследовании ученому приходится уточнять введенные понятия, символы и знаки, употреблять новые понятия и знаки. Определения всегда связаны с языком как средством познания и выражения знаний.

Правила использования языков как естественных, так и искусственных, при помощи которых исследователь строит свои рассуждения и доказательства, формулирует гипотезы, получает выводы и т.д., являются исходным пунктом познавательных действий. Знание их оказывает большое влияние на эффективность использования языковых средств познания в научном исследовании.

5.2 Методы научного исследования

Существенную, подчас определяющую роль в построении любой научной работы играют применяемые *методы исследования*.

Методы исследования подразделяются на *эмпирические* (эмпирический – дословно – воспринимаемый посредством органов чувств) и *теоретические*.

Аналогичное разделение имеет место и с эмпирическими методами исследования. Так, В.И. Загвязинский [1982] разделяет эмпирические методы исследования на две группы:

1. Рабочие, частные методы. К ним относят: изучение литературы, документов и результатов деятельности; *наблюдение*; *опрос* (устный и письменный); *метод экспертных оценок*; *тестирование*.

2. Комплексные, общие методы, которые строятся на применении одного или нескольких частных методов: обследование; мониторинг; изучение и обобщение опыта; опытная работа; эксперимент.

Теоретические методы:

– методы – познавательные действия: выявление и разрешение противоречий, постановка проблемы, построение гипотезы и т.д.;

– методы-операции: анализ, синтез, сравнение, абстрагирование и конкретизация и т.д.

Эмпирические методы:

– методы – познавательные действия: обследование, мониторинг, эксперимент и т.д.;

– методы-операции: наблюдение, измерение, опрос, тестирование и т.д.

Теоретические методы (методы-операции). Теоретические методы-операции имеют широкое поле применения, как в научном исследовании, так и в практической деятельности.

Теоретические методы – операции определяются (рассматриваются) по основным мыслительным операциям, которыми являются: анализ и синтез, сравнение, абстрагирование и конкретизация, обобщение, формализация, индукция и дедукция, идеализация, аналогия, моделирование, мысленный эксперимент.

Анализ – это разложение исследуемого целого на части, выделение отдельных признаков и качеств явления, процесса или отношений явлений, процессов. Процедуры анализа входят органической составной частью во всякое научное исследование и обычно образуют его первую фазу, когда исследователь переходит от нерасчлененного описания изучаемого объекта к выявлению его строения, состава, его свойств и признаков.

Одно и то же явление, процесс можно анализировать во многих аспектах. Всесторонний анализ явления позволяет глубже рассмотреть его.

Синтез – соединение различных элементов, сторон предмета в единое целое (систему). Синтез – не простое суммирование, а смысловое соединение. Если просто соединить явления, между ними не возникнет системы связей, образуется лишь хаотическое накопление отдельных фактов. Синтез противоположен анализу, с которым он неразрывно связан. Синтез как познавательная операция выступает в различных функциях теоретического исследования. Любой процесс образования понятий основывается на единстве процессов анализа и синтеза. Эмпирические данные, получаемые в том или ином исследовании, синтезируются при их теоретическом обобщении. В теоретическом научном знании синтез выступает в функции взаимосвязи теорий, относящихся к одной предметной области, а также в функции объединения конкурирующих теорий (например, синтез корпускулярных и волновых представлений в физике).

Сравнение – это познавательная операция, лежащая в основе суждений о сходстве или различии объектов. С помощью сравнения выявляются количественные и качественные характеристики объектов, осуществляется их классификация, упорядочение и оценка. Сравнение – это сопоставление одного с другим. При этом важную роль играют основания, или признаки сравнения, которые определяют возможные отношения между объектами.

Сравнение имеет смысл только в совокупности однородных объектов, образующих класс. Сравнение объектов в том или ином классе осуществляется по принципам, существенным для данного рассмотрения. При этом объекты, сравнимые по одному признаку, могут быть не сравнимы по другим признакам. Чем точнее оценены признаки, тем основательнее возможно сравнение явлений. Составной частью сравнения всегда является анализ, так как для любого сравнения в явлениях следует вычлнить соответствующие признаки сравнения. Поскольку сравнение – это установление определенных отношений между явлениями, то, естественно, в ходе сравнения используется и синтез.

Абстрагирование – одна из основных мыслительных операций, позволяющая мысленно вычлнить и превратить в самостоятельный объект рассмотрения отдельные стороны, свойства или состояния объекта в чистом виде. Абстрагирование лежит в основе процессов обобщения и образования понятий.

Абстрагирование состоит в вычлнении таких свойств объекта, которые сами по себе и независимо от него не существуют. Такое вычлнение возможно только в мысленном плане – в абстракции. Так, геометрическая фигура тела сама по себе реально не существует и от тела отделиться не может. Но благодаря абстрагированию она мысленно выделяется, фиксируется, например – с помощью чертежа, и самостоятельно рассматривается в своих специфических свойствах.

Одна из основных функций абстрагирования заключается в выделении общих свойств некоторого множества объектов и в фиксации этих свойств, например, посредством понятий.

Конкретизация – процесс, противоположный абстрагированию, то есть нахождение целостного, взаимосвязанного, многостороннего и сложного. Исследователь первоначально образует различные абстракции, а затем на их основе посредством конкретизации воспроизводит эту целостность (мысленное конкретное), но уже на качественно ином уровне познания конкретного. Поэтому *диалектика* выделяет в

процессе познания в координатах «абстрагирование – конкретизация» два процесса восхождения: восхождение от конкретного к абстрактному и затем процесс восхождения от абстрактного к новому конкретному (Г. Гегель). Диалектика теоретического мышления и состоит в единстве абстрагирования, создания различных абстракций и конкретизации, движения к конкретному и воспроизведение его.

Обобщение – одна из основных познавательных мыслительных операций, состоящая в выделении и фиксации относительно устойчивых, инвариантных свойств объектов и их отношений. Обобщение позволяет отображать свойства и отношения объектов независимо от частных и случайных условий их наблюдения. Сравнивая с определенной точки зрения объекты некоторой группы, человек находит, выделяет и обозначает словом их одинаковые, общие свойства, которые могут стать содержанием понятия об этой группе, классе объектов. Отделение общих свойств от частных и обозначение их словом позволяет в сокращенном, сжатом виде охватывать все многообразие объектов, сводить их в определенные классы, а затем посредством абстракций оперировать понятиями без непосредственного обращения к отдельным объектам. Один и тот же реальный объект может быть включен как в узкие, так и широкие по объему классы, для чего выстраиваются шкалы общности признаков по принципу родовидовых отношений. Функция обобщения состоит в упорядочении многообразия объектов, их классификации.

Формализация – отображение результатов мышления в точных понятиях или утверждениях. Является как бы мыслительной операцией «второго порядка». Формализация противопоставляется интуитивному мышлению. В математике и формальной логике под формализацией понимают отображение содержательного знания в знаковой форме или в формализованном языке. Формализация, то есть отвлечение понятий от их содержания, обеспечивает систематизацию знания, при которой отдельные элементы его координируют друг с другом. Формализация играет существенную роль в развитии научного знания, поскольку интуитивные понятия, хотя и кажутся более ясными с точки зрения обыденного сознания, малопригодны для науки: в научном познании нередко нельзя не только разрешить, но даже сформулировать и поставить проблемы до тех пор, пока не будет уточнена структура относящихся к ним понятий. Истинная наука возможна лишь на основе абстрактного мышления, последовательных рассуждений исследователя, протекающих в логической языковой форме посредством понятий, суждений и выводов.

В научных суждениях устанавливаются связи между объектами, явлениями или между их определенными признаками. В научных выводах одно суждение исходит от другого, на основе уже существующих выводов делается новый. Существуют два основных вида выводов: индуктивные (индукция) и дедуктивные (дедукция).

Индукция – это умозаключение от частных объектов, явлений к общему выводу, от отдельных фактов к обобщениям.

Дедукция – это умозаключение от общего к частному, от общих суждений к частным выводам.

Идеализация – мысленное конструирование представлений об объектах, не существующих или неосуществимых в действительности, но таких, для которых существуют прообразы в реальном мире. Процесс идеализации характеризуется отвлечением от свойств и отношений, присущим объектам реальной действительности и введением в содержание образуемых понятий таких признаков, которые в принципе не могут принадлежать их реальным прообразам. Примерами понятий, являющихся результатом идеализации, могут быть математические понятия «точка», «прямая»; в физике – «материальная точка», «абсолютно черное тело», «идеальный газ» и т.п.

О понятиях, являющихся результатом идеализации, говорят, что в них мыслятся идеализированные (или идеальные) объекты. Образовав с помощью идеализации понятия

такого рода об объектах, можно в дальнейшем оперировать с ними в рассуждениях как с реально существующими объектами и строить абстрактные схемы реальных процессов, служащие для более глубокого их понимания. В этом смысле идеализация тесно связана с моделированием.

Аналогия, моделирование. Аналогия – мыслительная операция, когда знание, полученное из рассмотрения какого-либо одного объекта (модели), переносится на другой, менее изученный или менее доступный для изучения, менее наглядный объект, именуемый прототипом, оригиналом. Открывается возможность переноса информации по аналогии от модели к прототипу. В этом суть одного из специальных методов теоретического уровня – моделирования (построения и исследования моделей). Различие между аналогией и моделированием заключается в том, что, если аналогия является одной из мыслительных операций, то моделирование может рассматриваться в разных случаях и как мыслительная операция и как самостоятельный метод – метод-действие.

Модель – вспомогательный объект, выбранный или преобразованный в познавательных целях, дающий новую информацию об основном объекте. Формы моделирования разнообразны и зависят от используемых моделей и сферы их применения.

Теоретические методы (методы – познавательные действия). Общефилософским, общенаучным методом познания является *диалектика* – реальная логика содержательного творческого мышления, отражающая объективную диалектику самой действительности. Основой диалектики как метода научного познания является восхождение от абстрактного к конкретному (Г. Гегель) – от общих и бедных содержанием форм к расчлененным и более богатым содержанием, к системе понятий, позволяющих постичь предмет в его сущностных характеристиках. В диалектике все проблемы обретают исторический характер, исследование развития объекта является стратегической платформой познания. Наконец, диалектика ориентируется в познании на раскрытие и способы разрешения противоречий.

Законы диалектики: переход количественных изменений в качественные, единство и борьба противоположностей и др.; анализ парных диалектических категорий: историческое и логическое, явление и сущность, общее (всеобщее) и единичное и др. являются неотъемлемыми компонентами любого грамотно построенного научного исследования.

Научные теории, проверенные практикой: любая такая теория, по существу, выступает в функции метода при построении новых теорий в данной или даже в других областях научного знания, а также в функции метода, определяющего содержание и последовательность экспериментальной деятельности исследователя. Поэтому различие между научной теорией как формой научного знания и как метода познания в данном случае носит функциональный характер: формируясь в качестве теоретического результата прошлого исследования, метод выступает как исходный пункт и условие последующих исследований.

Доказательство – метод – теоретическое (логическое) действие, в процессе которого истинность какой-либо мысли обосновывается с помощью других мыслей. Всякое доказательство состоит из трех частей: тезиса, доводов (аргументов) и демонстрации. По способу ведения доказательства бывают прямые и косвенные, по форме умозаключения – индуктивными и дедуктивными.

Метод анализа научных систем знаний играет важную роль в эмпирических и теоретических исследовательских задачах: при выборе исходной теории, гипотезы для разрешения избранной проблемы; при разграничении эмпирических и теоретических знаний, полуэмпирических и теоретических решений научной проблемы; при обосновании эквивалентности или приоритетности применения тех или иных математических аппаратов в различных теориях, относящихся к одной и той же предметной области; при изучении возможностей распространения ранее

сформулированных теорий, концепций, принципов и т.д. на новые предметные области; обосновании новых возможностей практического приложения систем знаний; при упрощении и уточнении систем знаний для обучения, популяризации; для согласования с другими системами знаний и т.д.

Далее, к теоретическим методам-действиям будут относиться два метода построения научных теорий:

– *дедуктивный метод* (синоним – *аксиоматический метод*) – способ построения научной теории, при котором в ее основу кладутся некоторые исходные положения *аксиомы* (синоним – *постулаты*), из которых все остальные положения данной теории (*теоремы*) выводятся чисто логическим

путем посредством доказательства. Построение теории на основе аксиоматического метода обычно называют дедуктивным. Все понятия дедуктивной теории, кроме фиксированного числа первоначальных (такими первоначальными понятиями в геометрии, например, являются: точка, прямая, плоскость) вводятся посредством определений, выражающих их через ранее введенные или выведенные понятия. Классическим примером дедуктивной теории является геометрия Евклида. Дедуктивным методом строятся теории в математике, математической логике, теоретической физике;

Другие теоретические методы исследования (в смысле методов – познавательных действий): выявления и разрешения противоречий, постановки проблемы, построения гипотез и т.д. вплоть до планирования научного исследования мы будем рассматривать ниже в конкретике временной структуры исследовательской деятельности – построения фаз, стадий и этапов научного исследования..

Эмпирические методы (методы-действия).

Эмпирические методы-действия следует, прежде всего, подразделить на три класса. Первые два класса можно отнести к изучению текущего состояния объекта.

Первый класс – это методы изучения объекта без его преобразования, когда исследователь не вносит каких-либо изменений, преобразований в объект исследования. Точнее говоря, не вносит существенных изменений в объект – ведь, согласно принципу дополнительности (см. выше) исследователь (наблюдатель) не может не менять объект. Назовем их *методами отслеживания объекта*. К ним относятся: собственно метод отслеживания и его частные проявления – обследование, мониторинг, изучение и обобщение опыта.

Другой класс методов связан с активным преобразованием исследователем изучаемого объекта – назовем эти методы *преобразующими* методами – в этот класс войдут такие методы, как *опытная работа* и *эксперимент*.

Третий класс методов относится к изучению состояния объекта во времени: в прошлом - ретроспекция и в будущем – *прогнозирование*.

Отслеживание, зачастую, в ряде наук является, пожалуй, единственным эмпирическим методом-действием. Например, в астрономии. Ведь астрономы никак не могут пока влиять на изучаемые космические объекты. Единственная возможность – отслеживать их состояние посредством методов-операций: наблюдения и измерения. То же, в значительной мере, относится и к таким отраслям научного знания как география, демография и т.д., где исследователь не может что-либо изменять в объекте исследования.

Кроме того, отслеживание применяется и тогда, когда ставится цель изучения естественного функционирования объекта. Например, при изучении тех или иных особенностей радиоактивных излучений или при изучении надежности технических устройств, которая проверяется их длительной эксплуатацией.

Обследование – как частный случай метода отслеживания – это изучение исследуемого объекта с той или иной мерой глубины и детализации в зависимости от поставленных исследователем задач. Синонимом слова «обследование» является «*осмотр*», что говорит о том, что обследование – это в основном первоначальное изучение объекта, проводимое для ознакомления с его состоянием, функциями,

структурой и т.д. Обследования чаще всего применяются по отношению к организационным структурам – предприятиям, учреждениям и т.п. – или по отношению к общественным образованиям, например, населенным пунктам, для которых обследования могут быть внешними и внутренними.

Внешние обследования: обследование социокультурной и экономической ситуации в регионе, обследование рынка товаров и услуг и рынка труда, обследование состояния занятости населения и т.д. *Внутренние обследования:* обследования внутри предприятия, учреждения – обследование состояния производственного процесса, обследования контингента работающих и т.д.

Обследование проводится посредством методов-операций эмпирического исследования: наблюдения, изучения и анализа документации, устного и письменного опроса, привлечения экспертов и т.д.

Любое обследование проводится по заранее разработанной подробной программе, в которой детально планируется содержание работы, ее инструментарий (составление анкет, комплектов тестов, вопросников, перечня подлежащих изучению документов и т.д.), а также критерии оценки подлежащих изучению явлений и процессов. Затем следуют этапы: сбора информации, обобщения материалов, подведения итогов и оформления отчетных материалов. На каждом этапе может возникнуть необходимость корректировки программы обследования, когда исследователь или группа исследователей, проводящих его, убеждаются, что собранных данных не хватает для получения искомых результатов, или собранные данные не отражают картину изучаемого объекта и т.д.

По степени глубины, детализации и систематизации обследования подразделяют на:

- пилотажные (разведывательные) обследования, проводимые для предварительной, относительно поверхностной ориентировки в изучаемом объекте;
- специализированные (частичные) обследования, проводимые для изучения отдельных аспектов, сторон изучаемого объекта;
- модульные (комплексные) обследования – для изучения целых блоков, комплексов вопросов, программируемых исследователем на основании достаточно подробного предварительного изучения объекта, его структуры, функций и т.д.;
- системные обследования – проводимые уже как полноценные самостоятельные исследования на основе вычленения и формулирования их предмета, цели, гипотезы и т.д., и предполагающие целостное рассмотрение объекта, его системообразующих факторов.

На каком уровне проводить обследование в каждом конкретном случае решает сам исследователь или исследовательский коллектив в зависимости от поставленных целей и задач научной работы.

Мониторинг. Это постоянный надзор, регулярное отслеживание состояния объекта, значений отдельных его параметров с целью изучения динамики происходящих процессов, прогнозирования тех или иных событий, а также предотвращения нежелательных явлений. Например, экологический мониторинг, синоптический мониторинг и т.д.

Изучение и обобщение опыта (деятельности). При проведении исследований изучение и обобщение опыта (организационного, производственного, технологического, медицинского, педагогического и т.д.) применяется с различными целями: для определения существующего уровня детальности предприятий, организаций, учреждений, функционирования технологического процесса, выявления недостатков и узких мест в практике той или иной сферы деятельности, изучения эффективности применения научных рекомендаций, выявления новых образцов деятельности, рождающихся в творческом поиске передовых руководителей, специалистов и целых коллективов. Объектом изучения могут быть: *массовый опыт* – для выявления основных тенденций развития той или иной отрасли народного хозяйства; *отрицательный опыт* – для

выявления типичных недостатков и узких мест; *передовой опыт*, в процессе которого выявляются, обобщаются, становятся достоянием науки и практики новые позитивные находки.

Изучение и обобщение передового опыта является одним из основных источников развития науки, поскольку этот метод позволяет выявлять актуальные научные проблемы, создает основу для изучения закономерностей развития процессов в целом ряде областей научного знания, в первую очередь – так называемых технологических наук.

Критерии передового опыта:

1) Новизна. Может проявляться в разной степени: от внесения новых положений в науку до эффективного применения уже известных положений.

2) Высокая результативность. Передовой опыт должен давать результаты выше средних по отрасли, группе аналогичных объектов и т.п.

3) Соответствие современным достижениям науки. Достижение высоких результатов не всегда свидетельствует о соответствии опыта требованиям науки.

4) Стабильность – сохранение эффективности опыта при изменении условий, достижение высоких результатов на протяжении достаточно длительного времени.

5) Тиражируемость – возможность использования опыта другими людьми и организациями. Передовой опыт могут сделать своим достоянием другие люди и организации. Он не может быть связан только с личностными особенностями его автора.

6) Оптимальность опыта – достижение высоких результатов при относительно экономной затрате ресурсов, а также не в ущерб решению других задач.

Изучение и обобщение опыта осуществляется такими эмпирическими методами-операциями как наблюдение, опросы, изучение литературы и документов и др.

Недостатком метода отслеживания и его разновидностей – обследования, мониторинга, изучения и обобщения опыта как эмпирических методов-действий – является относительно пассивная роль исследователя – он может изучать, отслеживать и обобщать только то, что сложилось в окружающей действительности, не имея возможности активно влиять на происходящие процессы. Подчеркнем еще раз, что этот недостаток зачастую обусловлен объективными обстоятельствами. Этому недостатку лишены *методы преобразования объекта*: опытная работа и эксперимент.

Итак, к методам, преобразующим объект исследования, относятся опытная работа и эксперимент. Различие между ними заключается в степени произвольности действий исследователя. Если опытная работа – нестрогая исследовательская процедура, в которой исследователь вносит изменения в объект по своему усмотрению, исходя из своих собственных соображений целесообразности, то эксперимент – это совершенно строгая процедура, где исследователь должен строго следовать требованиям эксперимента.

Опытная работа – это, как уже было сказано, метод внесения преднамеренных изменений в изучаемый объект с известной степенью произвола. Так, геолог сам определяет – где искать, что искать, какими методами – бурить скважины, копать шурфы и т.д. Точно так же археолог, палеонтолог определяет – где и как производить раскопки. Или же в фармации осуществляется длительный поиск новых лекарственных средств – из 10 тысяч синтезированных соединений только одно становится лекарственным средством. Или же, например, опытная работа в сельском хозяйстве.

Опытная работа как метод исследования широко используется в науках, связанных с деятельностью людей – педагогике, экономике, и т.д., когда создаются и проверяются модели, как правило, авторские: фирм, учебных заведений и т.п., или создаются и проверяются разнообразные авторские методики. Или же создается опытный учебник, опытный препарат, опытный образец и затем они проверяются на практике.

Опытная работа в некотором смысле аналогична мысленному эксперименту – и там и там как бы ставится вопрос: «а что получится, если ...?» Только в мысленном эксперименте ситуация проигрывается «в уме», а в опытной работе ситуация проигрывается действием.

Но, опытная работа – это не слепой хаотический поиск путем «проб и ошибок».

Опытная работа становится методом научного исследования при следующих условиях: когда она поставлена на основе добытых наукой данных в соответствии с теоретически обоснованной гипотезой; когда она сопровождается глубоким анализом, из нее извлекают выводы и создаются теоретические обобщения.

В опытной работе применяются все методы-операции эмпирического исследования: наблюдение, измерение, анализ документов, экспертная оценка и т.д.

Опытная работа занимает как бы промежуточное место между отслеживанием объекта и экспериментом.

Она является способом активного вмешательства исследователя в объект. Однако опытная работа дает, в частности, только результаты эффективности или неэффективности тех или иных инноваций в общем, суммарном виде. Какие из факторов внедряемых инноваций дают больший эффект, какие меньший, как они влияют друг на друга – ответить на эти вопросы опытная работа не может.

Для более глубокого изучения сущности того или иного явления, изменений, происходящих в нем, и причин этих изменений, в процессе исследований прибегают к варьированию условий протекания явлений и процессов и факторов, влияющих на них. Этим целям служит эксперимент.

Эксперимент – общий эмпирический метод исследования (метод-действие), суть которого заключается в том, что явления и процессы изучаются в строго контролируемых и управляемых условиях. Основной принцип любого эксперимента – изменение в каждой исследовательской процедуре только одного какого-либо фактора при неизменности и контролируемости остальных. Если надо проверить влияние другого фактора, проводится следующая исследовательская процедура, где изменяется этот последний фактор, а все другие контролируемые факторы остаются неизменными, и т.д.

В ходе эксперимента исследователь сознательно изменяет ход какого-нибудь явлением путем введения в него нового фактора. Новый фактор, вводимый или изменяемый экспериментатором, называется *экспериментальным фактором*, или *независимой переменной*. Факторы, изменившиеся под влиянием независимой переменной, называются *зависимыми переменными*.

В литературе имеется множество классификаций экспериментов. Прежде всего, в зависимости от характера исследуемого объекта принято различать эксперименты физические, химические, биологические, психологические и т.д. По основной цели эксперименты делятся на *проверочные* (эмпирическая проверка некоторой гипотезы) и *поисковые* (сбор необходимой эмпирической информации для построения или уточнения выдвинутой догадки, идеи). В зависимости от характера и разнообразия средств и условий эксперимента и способов использования этих средств можно различать *прямой* (если средства используются непосредственно для исследования объекта), *модельный* (если используется модель, заменяющая объект), *полевой* (в естественных условиях, например, в космосе), *лабораторный* (в искусственных условиях) эксперимент.

Ретроспекция – взгляд в прошлое, обозрение того, что было в прошлом. Ретроспективные исследования направлены на изучение состояния объекта, тенденций его развития в прошлом, в истории. Ретроспективные исследования проводятся, как правило, методом так называемого ретроспективного анализа.

Прогнозирование – специальное научное исследование конкретных перспектив развития изучаемого объекта.

Итак, мы попытались описать методы исследования с самых общих позиций. Естественно, в каждой отрасли научного знания сложились определенные традиции в трактовании и использовании методов исследования. Так, метод частотного анализа в лингвистике будет относиться к методу отслеживания (метод-действие), осуществляемому методами-операциями анализа документов и измерения. Эксперименты принято делить на констатирующие, обучающие, контрольные и сравнительные. Но все

они являются экспериментами (методами-действиями), осуществляемыми методами-операциями: наблюдения, измерения, тестирования и т.д.

Вопросы самоконтроля

1. Средства научного познания.
2. Логические задачи.
3. Имперические методы научного исследования.
4. Теоретические методы научного исследования (методы операций).
5. Теоретические методы научного исследования (методы познавательного действия).
6. Правила доказательств
7. Методы построения научной теории.
8. Имперические методы (методы операций).
9. Структура измерения. Проблема точности измерения.
10. Имперические методы (методы действия).
11. На какие группы подразделяются обследования в науке.
12. Изучение и обобщение опыта.
13. Критерии передового опыта.
14. Опытная работа и эксперимент.

Список литературы

Основная литература

- 1.Новиков, А.М. Методология научного исследования /А.М. Новиков, Д.А. Новиков. – М.: Либроком, 2009. – 280 с.
2. Новиков, Д.А. Методология управления / Д.А. Новиков. – М.: Либроком, 2011. – 128 с.

Дополнительная литература

1. Загвязинский, В.И. Методология и методика дидактического исследования / В.И. Загвязинский. – М.: Педагогика, 1982.-78 с.
2. Кочергин, А.Н. Методы и формы познания / А.Н. Кочергин. – М.: Наука, 1990. – 103 с.

Лекция 6

Организация коллективного научного исследования в земледелии

6.1 Задачи научного руководителя

Для организации коллективного научного исследования естественно, необходим его руководитель. Перед *руководителем исследования (научным руководителем)* стоят непростые задачи:

1. Прежде всего, он сам должен освоить методологию научного исследования и иметь собственный опыт исследований, а также иметь определенный научный авторитет.

2. На сугубо добровольной основе сформировать коллектив исследователей, обучить их методологии проведения научного исследования.

3. Спланировать весь комплекс научных исследований, необходимых на данном этапе. Организовать и помочь спланировать индивидуальные исследования каждого участника научного коллектива, обеспечить контроль выполнения всех планов. Обобщать полученные результаты.

4. Спланировать и организовать публикацию и внедрение полученных результатов.

Руководитель исследовательского коллектива, в первую очередь, задается вопросом: как сформулировать общую, единую тему коллективного исследования. В определении общей темы для всего коллектива есть значительная психологическая сложность. Дело в том, что работа над общей темой позволяет, с одной стороны, сплотить научно-исследовательский коллектив и получить тем самым значительные, весомые результаты.

Руководитель должен следовать важнейшему принципу: каждый участник исследовательского коллектива (за исключением технического персонала – лаборантов и т.д.) должен иметь самостоятельный участок научной работы – самостоятельную тему исследования, целиком за нее отвечать и самостоятельно распоряжаться ее результатами, в том числе публиковать их под своим именем. Только в этом случае члены исследовательского коллектива будут работать с полной отдачей.

Научное соавторство, когда статья, книга и т.п. публикуются под многими фамилиями, целесообразно лишь в исключительных случаях, когда описываемая в публикации проблема могла быть решена только коллективно, и каждый из соавторов внес реальный вклад в ее решение. Научный руководитель может поддасться соблазну приписать свою фамилию в число исполнителей научной темы, авторов публикаций, подготовленных сотрудниками возглавляемого им коллектива. Но, помимо нравственной стороны этого явления, такой научный руководитель наносит ущерб и своему научному авторитету, своему научному имени: если в печати появляются публикации по совершенно разнородным вопросам, с разными авторами, но с одним и тем же соавтором, то для научной общественности становится понятным, что собой представляет подобный «соавтор».

Наряду с этим руководитель коллектива может и сам вести какую-либо исследовательскую тему, выступая тем самым и в роли рядового исполнителя.

Определив общую тему коллективного исследования, руководитель подготавливает общую программу исследования как относительно короткий текстовый документ, в котором раскрываются общие цели и направления исследований.

Все темы научных работ, проводимых в рамках коллективного исследования должны будут, как правило, войти как составные части в общую тему и стать составными частями программы исследований.

При этом *объект, предмет и цель* общего исследования формулируются по тем же правилам, что и при проведении отдельных исследований, но в более общем масштабе, имея в виду, что объекты и предметы отдельных исследований будут являться аспектами, направлениями общего исследования. Цели же отдельных исследований могут рассматриваться как задачи, направленные на достижение общей цели исследования.

Если *гипотеза* каждого отдельного исследования носит содержательный, проблемный характер, то гипотеза общего исследования будет носить скорее характер предположений о направлениях, аспектах всего комплекса предстоящих исследований. Задачи общего исследования необходимо рассматривать как цели отдельных исследований.

6.2 Составления плана научных исследований

При этом необходимо отметить особенности составления планов.

1. Каждая тема начинается с разработки методики исследования.
 2. Работы планируются как можно более подробно по срокам, чтобы иметь возможность на каждом этапе обсуждать получаемые результаты, контролировать ход выполнения работ. Не должно быть такого явления, когда по истечении трех-четырёх-пяти лет исполнитель заявляет: «Извините, гипотеза не подтвердилась, результатов нет». В годовых планах желательно, чтобы каждый исполнитель представлял какие-либо отчетные материалы ежеквартально.
 3. Работа планируется таким образом, чтобы каждый член исследовательского коллектива видел в плане работы свое определенное место и те работы, которые он должен выполнить один персонально. Не должно быть такого явления, когда за одной работой (темой) записывается два – три соисполнителя, работу фактически выполняет один, а остальные «прячутся за его спиной»; или же другой вариант, когда кто-то один присваивает себе результаты работы остальных.
 4. Планирование взаимосвязанных работ должно осуществляться таким образом, что руководители и исполнители более поздних по логике исследования работ не должны были бы дожидаться окончательного оформления результатов предшествующих исследований, а могли начинать свою работу, пользуясь промежуточными результатами.
- Отдельными разделами плана включаются:
- научно-организационная работа. В этом разделе планируются учебные занятия по повышению квалификации научных работников – членов исследовательского коллектива, подготовка и проведение научных семинаров, научно-практических конференций, работа по подготовке членов

исследовательского коллектива к поступлению в аспирантуру, к прикреплению к соискательству и т.д.;

- издательская деятельность. В этом разделе отражаются все работы, которые намечаются к публикации и сроки их издания;
- деятельность по внедрению полученных результатов в практику.

Составленный проект плана должен быть самым подробным образом обсужден всеми членами исследовательского коллектива. Это необходимо, во-первых, потому, что каждый член этого коллектива должен внутренне психологически принять этот план как свой. Во-вторых, каждый член исследовательского коллектива должен увидеть роль и место своей работы в общем объеме работ. В-третьих, при обсуждении плана коллектив должен трезво оценить возможности выполнения работ в указанные сроки.

После обсуждения перспективный, годовой планы утверждаются руководителем. Затем следует разработка и утверждение индивидуальных планов научной работы каждого члена исследовательского коллектива. Форма индивидуального плана произвольная. Единственно важным является то, чтобы все работы, предусмотренные в перспективных и годовых планах, нашли свое отражение в индивидуальных планах. Индивидуальные планы должны быть подписаны исполнителями и утверждены руководителем.

6.3 Правила ведения научных дискуссий

При этом руководитель обсуждения должен обязательно придерживаться определенных правил ведения научных дискуссий:

1. Каждый участник обсуждения имеет право на свое мнение, имеет право его высказывать и отстаивать. Любое подавление дискуссии категорически запрещается. В науке проблемы не решаются большинством голосов.
2. В одно время может говорить только один человек. Его ни в коем случае не перебивают, дают высказаться до конца.
3. Выступающему может быть задан любой вопрос, но только о том, что им делалось и только в таких формах как «правильно ли я понял ...», «поясните, пожалуйста ...».

4. В выступлениях обсуждается только то, что сделано докладчиком, а не то, что сделал бы выступающий, если бы он был на месте докладчика. У каждого свое место, и каждый свою проблему понимает по-своему. Следует ценить то, что сделано, а не то, что хотелось бы кому-либо другому, чтобы было сделано.

5. Руководитель обсуждения в тактичной форме, но строго направляет дискуссию в русло повестки дня, не давая отвлекаться участникам на другие темы. В конце обсуждения его руководитель должен обобщить и кратко сформулировать итоги обсуждения и дальнейшие задачи.

Обязательным компонентом научной работы в исследовательском коллективе является *экспертиза* каждой законченной работы. Экспертиза проводится как внутренняя, общественная экспертиза, проводимая членами самого исследовательского коллектива, так и внешняя, когда законченный научный отчет, программа и т.п. направляются в стороннюю научную организацию, отдельному специалисту – научному работнику или, например, в соседнее научное учреждение или высшее учебное заведение.

Наконец, важное направление работ исследовательского коллектива – это организация *внедрения* полученных результатов в практику. Как показывает опыт, непосредственно по публикациям в печати научные результаты редко начинают использоваться в практике. Чаще они идут в практику другим путем: создается актив специалистов-практиков, которые интересуются разрабатываемой проблемой; на предприятиях, в фирмах, в учебных заведениях и т.п. создаются «экспериментальные площадки», где начинают использовать полученные результаты. Затем коллеги из соседних предприятий, фирм и т.п. узнают об этих новшествах и начинают спрашивать (конечно, не все) – а где об этом можно прочитать, куда следует обратиться за консультациями и т.д. Сеть внедрения постепенно разрастается. Этот внедренческий аспект деятельности руководитель исследовательского коллектива должен постоянно держать в поле зрения: ведь конечная цель научной работы – это развитие практики. Конечно, все это касается отраслей науки, «выходящих» в практику, но не касается, к примеру, астрономии или математики.

Вопросы самоконтроля

1. Задачи руководителя исследования
2. Важнейший принцип руководителя
3. Особенности составления планов научных исследований
4. Правила ведения научных дискуссий
5. экспертиза законченной работы.

Список литературы

Основная литература

- 1.Новиков, А.М. Методология научного исследования /А.М. Новиков, Д.А. Новиков. – М.: Либроком, 2009. – 280 с.
2. Новиков, Д.А. Методология управления / Д.А. Новиков. – М.: Либроком, 2011. – 128 с.

Лекция 7

Организация процесса проведения исследований

Как уже говорилось выше, научно-исследовательский проект как цикл научной деятельности включает в себя три основные *фазы*: фаза проектирования, технологическая фаза, рефлексивная фаза. Соответственно этому процесс исследования мы будем рассматривать в этой логической структуре, по этим трем фазам: проектирование исследования; проведение исследования, включая оформление его результатов; оценку и самооценку, рефлексию его результатов.

В процессе проведения исследования постоянно приходится сопоставлять полученные промежуточные результаты с исходными позициями, с проектом исследования, и, соответственно, уточнять, корректировать и цели, и сам ход исследования. То есть, оценка и рефлексия пронизывают постоянно всю деятельность исследователя. И если мы их помещаем в конце указанной логической цепочки, то только потому, что по завершении одной какой-либо научной работы исследователь, как правило, начинает следующую – новый цикл исследования, но уже на качественно новом уровне – каждое очередное исследование накапливает опыт научного работника.

Первая фаза – проектирование исследования – от замысла до определения конечных задач исследования и его планирования – в значительной мере осуществляется по общей для всех исследований схеме: замысел – выявление противоречия – постановка проблемы – определение объекта и предмета исследования – формулирование его цели – построение научной гипотезы – определение задач исследования – планирование исследования (составление временного графика необходимых работ). Логическая структура этой фазы общепризнанна. Она выработана на основе многовекового опыта научных исследований по всем отраслям знания и является, очевидно, оптимальной. Хотя, конечно, в каждом конкретном случае могут быть определенные отклонения, вызванные спецификой предмета и направленности исследования. Так, например, в исторических исследованиях логика может быть иной.

Логика второй, собственно исследовательской, технологической фазы работы может быть построена только в самом общем виде – ведь она определяется практически целиком *содержанием* конкретного исследования, каждое из которых по сути своей уникально.

7.1 Фаза проектирования научного исследования

Фаза проектирования исследования включает в себя стадии: концептуальную, построения гипотезы, конструирования, технологической подготовки исследования (названия стадий и этапов проектирования заимствованы в основном, из публикаций по системному анализу).

Концептуальная стадия фазы проектирования исследования. Концептуальная стадия проектирования делится на этапы: выявление противоречия, формулирование проблемы, определение цели исследования, формирование критериев

Естественно, первоначально, приступая к очередной научной работе, любой исследователь имеет *замысел* – задуманный в самых общих чертах проект – что он хочет получить. Замысел рождается на основе многих обстоятельств: потребностей практики, логики развития самой науки, предшествующего опыта исследователя – практического и/или научно-исследовательского, а также его личных вкусов и интересов, что является, в общем-то, определяющим фактором: ведь научная деятельность – это творческая деятельность, а творчество – дело тонкое. В отличие, допустим, от токаря, который должен делать изо дня в день заданную ему одну и ту же деталь по готовому чертежу, или

от солдата, который беспрекословно должен выполнять приказы командира, исследователь должен иметь определенную свободу выбора направления, содержания, методов научной работы и т.д. Как показывает обширный опыт, заставлять исследователя работать по заданной кем-то, не им самим, теме бессмысленно и бесполезно. Исследователь сам выбирает тему научной работы, и сам формирует замысел исследования. Но уже при замысле исследователь должен определиться, к каким типам будет относиться его исследование.

Во-первых, в настоящее время общепринята следующая классификация типов исследований по их направленности в цепи «теория – практика»:

- *фундаментальные исследования*, направленные на разработку и развитие теоретических концепций науки, ее научного статуса, ее истории. Результаты фундаментальных исследований не всегда находят прямой выход в практику;

- *прикладные исследования* решают в большей мере практические задачи или теоретические вопросы практического направления. Обычно прикладные исследования являются логическим продолжением фундаментальных, по отношению к которым они носят вспомогательный, конкретизирующий характер;

- *разработки*. Их задача – непосредственное обслуживание практики.

Во-вторых, выделяются четыре уровня общности исследований

- *общеотраслевой уровень значимости* – работы, результаты которых оказывают воздействие на всю область той или иной науки;

- *дисциплинарный уровень значимости* характеризует исследования, результаты которых вносят вклад в развитие отдельных научных дисциплин, входящих в научную область;

- *общепроблемный уровень значимости* имеют исследования, результаты которых изменяют существующие научные представления по ряду важных проблем внутри одной дисциплины.

- *частнопроблемный уровень значимости* характеризует исследования, результаты которых изменяют научные представления по отдельным частным вопросам.

Сформировав замысел предстоящей работы и определив ее направленность, исследователь приступает к выявлению научного противоречия.

Этап выявления противоречий. *Противоречие* – это «взаимодействие между взаимоисключающими, но при этом взаимообуславливающими и взаимопроникающими друг в друга противоположностями внутри единого объекта и его состояний ...». Как известно, выявление противоречий (научных) – это важнейший метод познания. Научные теории развиваются в результате раскрытия и разрешения противоречий, обнаруживающихся в предшествующих теориях или в практической деятельности людей.

Выявленное исследователем противоречие может иметь место в практике или в теории науки, может быть целый ряд противоречий. Классическими являются примеры противоречий из наук сильной версии (физики, химии и т.д.) – когда результаты эксперимента не укладываются в рамки существующей теории. На основе выявленного противоречия исследователь ставит для себя проблему исследования.

Этап постановки (формулирования) проблемы. Выдвижение, обоснование проблемы, поиски ее решения играют ведущую роль в творческом процессе научного познания. Под *научной проблемой* понимается такой вопрос, ответ на который не содержится в накопленном обществом научном знании. С гносеологической точки зрения *проблема* – это специфическая форма организации знания, объектом которого является не непосредственная предметная реальность, а состояние научного знания об этой реальности. Если мы знаем, что нам неизвестно что-то об объекте, например, какие-либо его проявления или способы связи между его какими-то компонентами, то мы уже имеем определенное проблемное знание.

Например, мы четко знаем, что до конца не известна природа шаровой молнии. Здесь налицо знание о незнании. Оно лежит в основе выдвижения научных проблем.

Проблема является формой знания, способствующей определению направления в организации научного исследования – она указывает на неизвестное и побуждает к его познанию. Проблема обеспечивает целенаправленную мобилизацию прежних и организацию получения новых,

добываемых в ходе исследования знаний. Проблема возникает в результате фиксации учеными реально существующего или прогнозируемого *противоречия*, от разрешения которого зависит прогресс научного познания и практики: обобщенно говоря, проблема есть отражение противоречия между знанием и «знанием незнания».

Развитие науки невозможно без выполнения требования целенаправленности. *Целенаправленность* же в научном творчестве однозначно связана с проблемой. Ведь именно она, указывая на неизвестное и локализуя его, тем самым выполняет функцию целенаправления. Но это особая целенаправленность, достаточно четкая, чтобы определить область непознанного, но и совершенно нечеткая, если говорить о содержании того, что еще предстоит познать. В процессе актуализации проблем исследователь постоянно попадает в ситуации, которые характеризуются высокой степенью неопределенности. Это заставляет ученых в исследовательском процессе обращаться к структуре изучаемой проблемы и находить критерии для более или менее четкого разграничения действительных и мнимых, актуальных, ценных и менее актуальных и значимых проблем.

В процессе постановки проблемы выделяют следующие этапы:

формулирование, оценка, обоснование и структурирование проблемы.

1. *Постановка проблемы.* В процессе формулирования проблемы важное значение имеет постановка вопросов. Вопросы могут быть ясно выражены или не высказаны, четко определены или подразумеваться. Постановка проблемы есть, прежде всего, процесс поиска вопросов, которые, сменяя друг друга, приближают исследователя к наиболее адекватной фиксации неизвестного и способов превращения его в известное. Это важный момент постановки проблемы. Но постановка проблемы не исчерпывается этим моментом. Во-первых, не всякий научный вопрос есть проблема – он может оказаться всего лишь уточняющим вопросом, или вопросом, вообще неразрешимым для науки на сегодняшний день.

Во-вторых, для постановки проблемы недостаточно вопроса. Требуется еще выявление оснований данного вопроса.

Это уже другая процедура в процессе постановки проблемы. Это процедура по выявлению противоречия, вызвавшего к жизни проблемный вопрос, которое нужно точно зафиксировать.

Приведем такой интересный с нашей точки зрения пример фиксации противоречия, лежащего в основе научной проблемы. Для того, чтобы много знать и уметь, надо иметь хорошую память и тренированное мышление. И здесь мы встречаемся с неизбежным противоречием: отдать больше времени накоплению знаний – значит меньше оставить времени на тренировку мышления, и наоборот. А раз так, следовательно, есть какой-то оптимум. Если бы его удалось установить, отпали бы многие сложности.

Важное значение для формулирования проблемы имеет построение образа, «проекта» ожидаемого конечного результата исследования на основе прогноза развития исследования и «фона» данной проблемы. Под «фоном» понимаются все обстоятельства, с которыми связана на данном этапе, а также

будет связана в дальнейшем, проблема и которые оказывают и будут оказывать влияние на ход и результаты исследования.

2. *Оценка проблемы.* В оценку проблемы входит определение всех необходимых для ее решения условий, в число которых в зависимости от характера проблемы и возможностей науки входит определение методов исследования, источников информации, состава научных работников, организационных форм, необходимых для решения проблемы, источников финансирования, видов научного обсуждения программы и

методик исследования, а также промежуточных и конечных результатов, перечня необходимого научного оборудования, необходимых площадей, партнеров вероятной кооперации по проблеме и т.д.

3. *Обоснование проблемы.* Обоснование проблемы – это, во-первых, определение содержательных, аксиологических (ценностных) и генетических связей данной проблемы с другими – ранее решенными и решаемыми одновременно с данной, а также выяснение связей с проблемами, решение которых станет возможным в зависимости от решения данной проблемы.

Во-вторых, обоснование проблемы – это поиск аргументов в пользу необходимости ее решения, научной или практической ценности ожидаемых результатов. Это необходимость сравнивать данную проблему (или данную постановку проблемы) с другими в аспекте отбора проблем для их решения с учетом важности каждой из них для потребностей практики и внутренней логики науки.

Для снижения субъективности оценки проблемы важное значение имеет выдвижение, как самим исследователем, так и его коллегами, всевозможных возражений против проблемы. Под сомнение ставится все, что относится к существу проблемы, условиям постановки и следствиям ее разрешения: есть ли проблема? Имеется ли практическая или научная потребность в ее разрешении? Возможно ли ее разрешение при современном состоянии науки? Посильна ли эта проблема данному исследователю или данному научному коллективу? Какова возможная ценность планируемых результатов?

Правильная постановка проблемы предполагает состязание аргументов «за» и «против». Именно в фокусе противоположных суждений рождается правильное представление о сути проблемы, необходимости решения и ее ценности, ее теоретической и практической значимости.

4. *Структурирование проблемы.* Исходным пунктом структурирования проблемы является ее расщепление, или «*стратификация*» проблемы. Расщепление (декомпозиция – см. ниже) – поиск дополнительных вопросов (подвопросов), без которых невозможно получить ответ на центральный – проблемный – вопрос. В исходной позиции редко можно сформулировать все подвопросы проблемы. Это происходит в значительной мере в ходе самого исследования. В начале часто оказывается чрезвычайно трудным предугадать все, что потребуется для решения проблемы. Поэтому стратификация (расщепление, декомпозиция) относится ко всему процессу решения проблемы. В исходном же пункте ее постановки речь идет о поиске и формулировании всех возможных и необходимых подвопросов, без которых нельзя начать исследование и рассчитывать на получение ожидаемого результата.

Исследователю крайне важно уметь отказаться от того, что может быть само по себе чрезвычайно интересно, но затруднит получение ответа на тот проблемный вопрос, ради которого организуется исследование.

За отграничением, локализацией проблемы следует упорядочение всего набора вопросов (подвопросов) проблемы в соответствии с *логикой исследования* – то есть выстраивание своеобразного «сетового графика» решения подвопросов.

Постановка проблемы осуществляется всегда с использованием средств какого-то *научного языка*. Избранные для выражения проблемы понятия и структуры языка далеко не индифферентны ее смыслу. Нередки случаи, когда непонимание учеными друг друга было связано не со сложностью самих проблем, а с неоднозначным употреблением терминов.

Особенно важно не допустить терминологической путаницы в исходном пункте

Поставив проблему своего исследования, исследователь определяет его объект и предмет.

Объект и предмет исследования. *Объект исследования* в гносеологии – теории познания – это то, что противостоит познающему субъекту в его познавательной

деятельности. То есть это та окружающая действительность, с которой исследователь имеет дело.

Предмет исследования – это та сторона, тот аспект, та точка зрения, «проекция», с которой исследователь познает целостный объект, выделяя при этом главные, наиболее существенные (с точки зрения исследователя) признаки объекта. Один и тот же объект может быть предметом разных исследований или даже целых научных направлений. Так, объект «учебный процесс» может изучаться дидактами, методистами, психологами, физиологами, гигиенистами и т.д. Но у них у всех будут разные предметы исследования. Более того, предмет одного исследования может служить объектом другого (более частного) исследования. Например, объект «качество жизни» изучается в медицине, экономике, социологии и т.д. Такой аспект этого объекта как «здоровье населения» является, с одной стороны, предметом исследований для медицины, а с другой стороны – объектом исследований в такой отрасли медицинских наук как организация здравоохранения.

Рассмотрим более детально соотношения объекта и предмета исследования (познания).

Предмет познания формируется в результате определенных познавательных операций с объектом познания. Предмет познания представляет собой совокупность свойств – связей и законов, изучаемых данной наукой и получивших выражение в определенных логических и знаковых формах. Этим предмет познания отличается от объекта познания, который существует независимо от познающего субъекта – в природе, человеке или обществе.

Отличие предмета от объекта познания состоит также в том, что один и тот же объект может изучаться многими науками, каждая из которых обязательно имеет свой особый предмет познания. Например, космические объекты изучаются астрономией, астрофизикой, астроботаникой и т.д. Общество как объект познания изучается историей, политэкономией, философией, демографией и т.д. Все эти науки имеют свой особый предмет познания.

Понятие «предмет познания», прежде всего, определяет те границы, в пределах которых изучается тот или иной объект. В этом понятии выражаются и фиксируются те свойства, связи и законы развития изучаемого объекта, которые уже включены в научное знание и выражены в определенных логических формах. Выход той или иной науки за границы своего предмета означает или некомпетентное вмешательство данной науки в сферу других наук, или отпочкование от данной науки новых научных направлений, которые впоследствии могут сформировать свой собственный предмет изучения.

Позитивными примерами здесь являются физическая химия, молекулярная биология и другие науки, возникшие на стыке других наук, достигших определенного уровня развития. В качестве негативного примера можно привести использование необоснованных аналогий и/или необоснованное расширение предмета исследований. Причем этим «грешат» представители наук как слабой версии (например, проведя педагогический эксперимент в одном образовательном учреждении, исследователь утверждает, что полученные им результаты справедливы в любом образовательном учреждении – налицо необоснованное расширение предмета исследований, необоснованный перенос результатов с одного предмета на другой), так и сильной версии (нередко можно встретить работы, в которых ученый-математик применяет хорошо освоенный им аппарат в новой для него предметной области, не разобравшись в специфике последней – налицо использование необоснованных аналогий).

Таким образом, диалектическое соотношение объекта и предмета познания имеет первостепенное значение в процессе научного исследования. Оно создает возможность научной интерпретации содержания формулируемых в процессе исследования знаний и строгого определения тех границ, в пределах которых данная наука может изучать

собственными средствами и методами объективные явления, их свойства, связи и законы развития.

Тема исследования. У читателя мог возникнуть вполне закономерный вопрос – а почему же до сих пор ничего не говорилось о *теме исследования*? Ведь, вроде бы, на первом месте должна стоять тема исследования, и лишь потом его замысел, противоречие, проблема и т.д. Да, конечно, в самом первом приближении тема исследования формулируется в его начале. Но завершённый вид она приобретает, как правило, когда сформулирован предмет исследования – ведь в подавляющем большинстве случаев тема исследования и указывает на предмет исследования, а ключевое слово или словосочетание в теме исследования указывает, чаще всего, на его объект.

Кроме объекта исследования, его содержание и направленность определяют исследовательские подходы. Категория «исследовательский подход» выступает в двух значениях.

В первом значении *подход* рассматривается как некоторый исходный *принцип*, исходная позиция, основное положение или убеждение, например: целостный подход, комплексный подход, функциональный подход (в технике). Нередко встречается информационный (кибернетический) подход,

раньше у нас был классовый подход и т.д. В этом понимании наиболее часто фигурируют: системный подход, комплексный подход, синергетический подход и т.п.

Во втором значении *исследовательский подход* рассматривается как направление изучения предмета исследования. Подходы этого рода имеют общенаучное значение, применимы к исследованиям в любой науке и классифицируются по парным категориям диалектики, отражающим полярные стороны, направления процесса исследования: содержание и форма, историческое и логическое, качество и количество, явление и сущность и т.д.

Содержательный и формальный подходы. *Содержательный подход*, как нетрудно догадаться по его названию, требует обращения к содержанию изучаемых явлений и процессов, выявления совокупности их элементов и взаимодействий между ними, определяющих основной тип, характер этих явлений, процессов; обращения к фактам, данным наблюдений, опыта и выведения из них посредством абстракций, анализа, синтеза теоретических заключений.

Формальный же подход (в данном случае слово «формальный» ни в коем случае не несет в себе никакого негативного смысла, как мы привыкли, например: формализм знаний, формальное отношение бюрократа и т.п.) предусматривает извлечение из изучаемых процессов, явлений лишь устойчивых, относительно неизменных моментов, которые рассматриваются как бы в «чистом» виде, вне связи со всем процессом, явлением в целом. Формальный (иногда его называют формализованным) подход позволяет вскрывать устойчивые связи между элементами рассматриваемого процесса или явления.

Чтобы уяснить различие между содержательным и формальным подходами приведем такой пример. Пусть изучается неуспеваемость школьников. Выявление, допустим, социальных причин этого явления потребует содержательного подхода. Установление же статистических закономерностей динамики его изменения по годам или распределения по регионам может быть произведено, скорее всего, в рамках формального подхода.

Любое применение математического аппарата, математических моделей явлений, процессов, применение любых символьных или формульных языков – это реализация формального подхода.

Естественно, содержательный и формальный подходы взаимосвязаны и взаимообусловлены. Как правило, формальному рассмотрению предмета должен предшествовать его содержательный анализ. В то же время, формализация – перевод на искусственный язык содержательного знания –

дополняется и обратным процессом – *интерпретацией*, содержательным истолкованием формальных результатов.

Необходимо отметить, что формальный подход вовсе не обязательно напрямую связан с количественным подходом. Так, в ряде исследований часто используются элементы топологии, теории графов, которые, хотя и являются разделами математики, не всегда оперируют понятиями величин, чисел.

Логический и исторический подходы. Диалектический принцип историзма предполагает единство логического и исторического способов познания в процессе исследования развивающихся объектов. Логический способ воспроизводит исследуемый объект в форме его теории, а исторический – в форме его истории. Они, естественно, дополняют друг друга.

Логический подход предусматривает рассмотрение каждого явления, процесса в той точке его развития, которой оно достигло к настоящему времени; в этом случае в исследовании доминируют абстрактно-теоретические построения.

Исторический подход предусматривает рассмотрение конкретно-исторического генезиса (происхождения) и развития объекта, исследование и отражение преимущественно генетических отношений развивающегося объекта; в этом случае в исследовании доминируют конкретные исторические факты.

Следует иметь в виду необходимость единства исторического и логического подходов, их взаимное дополнение и переплетение.

Часто бывает целесообразным применение *логики-исторического подхода*, когда раскрытие изучаемой проблемы соединяет как исторический подход (историческое развитие явлений, процессов и научных идей, теорий), так и логический подход (современное состояние явлений, процессов, а так же идей и теорий, их взаимосвязи). В логики-историческом подходе преобладает логический аспект.

Другой вариант – *историко-логический подход*, в котором, в отличие от логики-исторического подхода, преобладать будет исторический аспект.

Качественный и количественный подходы. *Качественный подход* направлен на выявление совокупности признаков, свойств, особенностей изучаемого явления, процесса, определяющих его своеобразие и принадлежность самому себе, а также принадлежность к классу однотипных с ним явлений, процессов. *Количественный подход* направлен на выявление характеристик различных явлений, процессов по степени развития или интенсивности присущих им свойств, выражаемых в величинах и числах.

Оценка количественных характеристик предметов, явлений, процессов начинается с выявления в них общих свойств, присущих как однородным, так и качественно различным по своей природе явлениям, процессам. Это выявление общих свойств как бы стирает качественные различия последних и приводит к некоторому единству, делающему возможным *измерение*. Например, каждый человек – неповторимая личность, и введение каких-либо количественных характеристик, оценивающих в целом личности разных людей, естественно, невозможно. Но людей можно сравнивать по каким-либо

единым показателям – по росту, весу и т.д., то есть по некоторым общим свойствам, присущим каждому из них.

Продолжая перечисление классификаций исследовательских подходов по парам категорий диалектики, можно также выделить *феноменологический* (от слова феномен – явление) и *сущностный подходы*: первый направлен на описание внешне наблюдаемых, как правило, изменчивых, характеристик того или иного изучаемого явления, процесса; второй – на выявление внутренних, глубинных устойчивых их сторон, механизмов и движущих сил.

Феноменологический подход вполне правомерен на определенных этапах развития науки. Так, К. Линней смог создать классификацию биологических видов, а Ч. Дарвин – теорию эволюции, только благодаря обобщению огромного фактического, феноменологического материала, накопленного биологией к тому времени. Другой

пример – законы движения планет были сформулированы И. Кепплером на основании обобщения многочисленных наблюдений и измерений, выполненных датским астрономом Тихо Браге.

Наконец в этой череде исследовательских подходов укажем на **единичный и общий (обобщенный) подходы**. *Единичный подход*, как понятно из его названия, будет направлен на изучение отдельных явлений, процессов, *общий подход* – на поиск их общих связей, закономерностей, типологических черт.

Поскольку перечисленные классификации подходов по парным категориям диалектики независимы, каждое конкретное исследование будет характеризоваться их определенным набором. Причем, нередко разные задачи одного и того же исследования могут решаться разными наборами подходов.

Характерно, что в эстетике, искусствоведении, теории литературы аналогом исследовательского подхода в научных исследованиях является понятие *метода* художественного, литературного произведения: метод классицизма, метод романтизма, метод реализма и т.д.; а в архитектуре – понятие *стиля* – классический стиль, ампир, модерн и т.п. Исследовательские подходы в науке тоже играют роль методов. Но методов особого рода. Исследовательские подходы составляют как бы третий ярус, уровень – они являются *надметодами* или *сверхметодами*.

На основе объекта, предмета и выбранных подходов определяется его цель исследования.

Критерии оценки достоверности результатов теоретического исследования. Результат теоретического исследования – *теория, концепция* или какие-либо теоретические построения – конструкции должны отвечать следующим принципам-критериям, сформулированным в для любых отраслей научного знания:

- 1) предметностью;
- 2) полнотой;
- 3) непротиворечивостью;
- 4) интерпретируемостью;
- 5) проверяемостью;
- 6) достоверностью.

Предметность как признак научной теории означает, что вся совокупность понятий и утверждений научной теории должна относиться к одной и той же предметной области. Признак предметности не исключает того, что для объяснения одних и тех же явлений, процессов могут существовать несколько теорий (что соответствует принципу дополнительности – см. выше).

Полнота как признак теории означает, что эта теория должна охватывать (описывать) все явления, процессы из ее предметной области.

Непротиворечивость как признак теории означает, что все постулаты, идеи, принципы, модели, условия и другие структурные элементы данной теории логически не должны противоречить друг другу. Как известно, обнаружение противоречий в научных теориях и их разрешение выступает

в качестве стимула их усовершенствования, развития или построения новых теорий.

Интерпретируемость как признак научной теории (в первую очередь это относится к формальным теориям) означает, что теория должна обладать эмпирическим содержанием, должна предусматривать содержательную интерпретацию формальных результатов – без эмпирической интерпретации нет теории, поскольку в противном случае она превращается в простой набор знаков, формул. Исключение в данном случае составляет математика – ведь, к примеру, созданная Н.И. Лобачевским геометрия была для своего времени чистой абстракцией и никакой содержательной интерпретации не имела.

Признак *проверяемости* научной теории характеризует ее с точки зрения содержательной *истинности* и способности ее к развитию, усовершенствованию. Проверимость выступает как установление соответствия содержания положений теории свойствам, отношениям реальных объектов. Во многих случаях решающим способом такого установления является проверка.

Признак *достоверности* научной теории означает, что в научной теории истинность ее основных положений достоверно установлена. В этом отношении научная теория отличается от научной гипотезы, где истина устанавливается с той или иной степенью достоверности.

Критерии оценки достоверности результатов эмпирического исследования. Критерии достоверности результатов эмпирического исследования должны удовлетворять, в частности, следующим признакам:

1. Критерии должны быть *объективными* настолько, насколько это возможно в данной научной области), позволять оценивать исследуемый признак однозначно, не допускать спорных оценок разными людьми.

2. Критерии должны быть *адекватными*, валидными, то есть оценивать именно то, что исследователь хочет оценить.

3. Критерии должны быть *нейтральными* по отношению к исследуемому явлению. Так, если в ходе педагогического эксперимента учащимися в одних классах, допустим, изучается какая-то новая тема, а в других – нет, то в качестве критерия сравнения нельзя брать знание учащимися материала этой темы.

4. Совокупность критериев с достаточной *полнотой* должна охватывать все существенные характеристики исследуемого явления, процесса.

СТАДИЯ ПОСТРОЕНИЯ ГИПОТЕЗЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. Построение гипотез является одним из главных методов развития научного знания, который заключается в выдвижении гипотезы и последующей ее экспериментальной, а подчас и теоретической проверке, которая либо подтверждает гипотезу и она становится фактом, концепцией, теорией, либо

опровергает, и тогда строится новая гипотеза и т.д. Гипотеза, по сути дела, является моделью будущего научного знания (возможного научного знания).

Научная *гипотеза* выступает в двойной роли: либо как предположение о той или иной форме связи между наблюдаемыми явлениями и процессами, либо как предположение о связи между наблюдаемыми явлениями, процессами и внутренней их основой. Гипотезы первого рода называются *описательными*, а второго – *объяснительными*. В качестве научного предположения гипотеза отличается от произвольной догадки тем, что удовлетворяет ряду требований. Выполнение этих требований образует условия состоятельности гипотезы.

Первое условие *состоятельности гипотезы*. Гипотеза должна объяснять весь круг явлений и процессов, для анализа которого она выдвигается (то есть для всей предметной области создаваемой теории), по возможности не входя в противоречия с ранее установленными фактами и научными положениями. Однако если объяснение данных явлений на основе непротиворечия известным фактам не удастся, выдвигаются гипотезы, вступающие в противоречие с ранее доказанными положениями.

Второе условие: *принципиальная проверяемость гипотезы*. Гипотеза есть предположение о некоторой непосредственно ненаблюдаемой основе явлений, и может быть проверена лишь путем сопоставления выведенных из нее следствий с опытом. Недоступность следствий опытной проверке означает непроверяемость гипотезы.

Третье условие: *приложимость гипотезы* к возможно более широкому кругу явлений. Из гипотезы должны выводиться не только те явления и процессы, для объяснения которых она специально выдвигается, но и возможно более широкий класс явлений и процессов, непосредственно, казалось бы, не связанных с первоначальными.

Четвертое условие: максимально возможная принципиальная *простота гипотезы*. Это не должно пониматься как требование легкости, доступности или простоты. Действительная простота гипотезы заключается в ее способности, исходя из единого *основания*, объяснить, по возможности, более широкий круг различных явлений, процессов, не прибегая при этом к искусственным построениям и произвольным допущениям, не выдвигая в каждом новом случае все новых и новых гипотез.

Соблюдение этих четырех основных условий состоятельности гипотезы, естественно, еще не превращает ее в теорию, но при их отсутствии предположение вообще не может притязать на роль научной гипотезы.

Исследователь должен быть готов не только к выдвигению новых гипотез, но и к выбору и анализу альтернативных гипотез – ведь нередко в науке одни и те же явления и процессы получают объяснение при помощи различных гипотез. Критический анализ таких гипотез требует немало времени и сил, связан с решением сложных задач – эмпирических, теоретических, логических. Наличие альтернативных гипотез является важной предпосылкой прогресса науки, ибо позволяет избегать предвзятости в истолковании и использовании получаемых результатов.

Следующая стадия фазы проектирования научного исследования – на основе определенной его цели, критериев и построенной гипотезы – конструирование исследования, включающее этапы определения его задач и его планирования.

СТАДИЯ КОНСТРУИРОВАНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ. *Этап определения задач исследования.* Как известно, под *задачей* понимается данная в определенных конкретных условиях цель деятельности. Таким образом, задачи исследования выступают как частные, сравнительно самостоятельные цели исследования в конкретных условиях проверки сформулированной гипотезы. Задачи исследования обычно формулируются в одном из двух вариантов.

Вариант первый – более простой и не строгий, хотя и допустимый, например, в практике оформления кандидатских диссертаций – задачи формулируются как относительно самостоятельные законченные этапы исследования. Но, вообще говоря, это не научные задачи как таковые, а скорее процессуальные компоненты исследования. Они формулируются в глаголах: «изучить», «проанализировать» и т.п. В этом случае четко просматривается этапная, временная структура построения задач исследования – каждая следующая задача может решаться только на основе решения предыдущей.

Второй вариант, более сложный и строгий в научном плане и более предпочтительный: задачи формулируются тоже как относительно самостоятельные, законченные части исследования. Но здесь такая временная последовательность, как в предыдущем случае, прямо не просматривается. Задачи тут выступают как необходимость решения отдельных подпроблем по отношению к проблеме исследования и как частные цели (подцели) по отношению к общей цели исследования, заданные, естественно, в конкретных условиях, налагаемых сформулированной гипотезой исследования.

Этап исследования условий (ресурсных возможностей). Любая разрешимая научная задача может быть решена только при наличии определенных условий (как частный случай – ресурсов). Полный перечень *условий деятельности* (групп условий) с их характеристиками можно найти в (А.М. Новиков, Д.А. Новиков, 2007): кадровые, мотивационные, материально-технические, научно-методические, финансовые, организационные, нормативно-правовые, информационные условия.

Естественно, необходим детальный анализ по каждой задаче исследования и по каждой группе условий: какие конкретные условия имеются для решения каждой конкретной задачи, какие условия необходимо выполнить, создать дополнительно. Для научной деятельности, в первую очередь, следует наиболее тщательно анализировать кадровые, материально-технические и информационные условия.

Этап построения программы исследования. Последним этапом стадии конструирования научного исследования является создание программы (методики)

исследования. *Методика* – это документ, который включает в себя описание проблемы, объекта, предмета исследования, его цели, гипотезы, задачи, методологических основ и методов исследования (все это мы рассмотрели раньше). Кроме того, создание методики исследования включает в себя еще планирование, то есть разработку временного графика выполнения намеченных работ. Хотя многие научные работники весьма скептически относятся к планированию научных исследований, опыт показывает, что планирование является полезным организующим, в том числе самоорганизующим началом.

Говоря о планировании, необходимо иметь в виду два вида планов: планирование индивидуального научного исследования; планирование коллективного исследования.

Индивидуальное планирование. Следует отметить, что разработка планов исследования требует определенного навыка, который приходит с годами. У начинающего исследователя такого опыта нет, поэтому на первых порах ему нужен опытный консультант, научный руководитель. В порядке шутки один из соавторов (А.Н.) может вспомнить как он, будучи младшим научным сотрудником, принес своему научному руководителю проект своего первого годового плана работы: его реализация в дальнейшем заняла 23 года и закончилась защитой докторской диссертации!

7.2 Технологическая фаза научного исследования

Технологическая фаза исследования заключается в непосредственной проверке построенной научной гипотезы в соответствии с разработанным на стадии конструирования и технологической подготовки исследования комплексом рабочих материалов и оборудования. Технологическая фаза состоит из двух стадий: проведения исследования и оформления результатов.

СТАДИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ. Стадия проведения исследования, в свою очередь, включает два этапа: теоретический этап (анализ и систематизация литературных данных, отработка понятийного аппарата, построение логической структуры теоретической части исследования) и эмпирический этап – проведение опытно-экспериментальной работы.

Теоретический этап. Анализ и систематизация литературных данных. Постоянная работа с научной литературой – обязательный компонент любой научной деятельности. А сама научная литература является важнейшим средством поддержания существования и развития науки – во-первых, средством распространения и хранения достигнутого научного знания, во-вторых – средством коммуникации, научного общения ученых между собой. Необходимо учитывать разные функции тех или иных видов публикаций, отражающих, как правило, разные этапы развития научного знания.

Как отмечалось выше, вначале новые научные факты, идеи, теории появляются в публикуемых тезисах выступлений на научных конференциях, семинарах, съездах, симпозиумах, а также в препринтах и других видах публикаций, осуществляемых наиболее быстро. Затем в уже систематизированном и отобранном виде они переходят в научные статьи, публикуемые в журналах и сборниках. Затем – в еще более обобщенном, систематизированном и проверенном виде факты, идеи, теории публикуются в *монографиях*. И только фундаментальные, общие и неоднократно проверенные новые компоненты научного знания попадают в учебники – вузовские, а уж самые значительные – в школьные. Эту динамику движения научного знания должен учитывать исследователь в работе с научной литературой, разграничивая литературные источники по степени их важности, достоверности и признанности в научном мире.

Для каждого научного исследования необходимо определение ведущих научных концепций, теории, которые берутся в основу данной работы. Имеются в виду не те все научные публикации, на которые исследователь ссылается в своей работе – их десятки, сотни. Речь идет об одной, двух, трех, от силы четырех концепциях крупных ученых, которые действительно лежат в основании исследования.

Исследователь должен четко разобраться, что же действительно является методологической базой его исследования. Необходимость четкого уяснения – какие теории, концепции берутся за основу, обуславливается еще и тем обстоятельством, что в науке существуют разные *научные школы*, разрабатывающие подчас одни и те же проблемы, но с разных позиций, в разных направлениях. Эти научные школы могут иметь совершенно разные, подчас противоположные научные взгляды. Существование различных научных школ объективно необходимо для развития науки. Но исследователь, выстраивая свое исследование, должен занять строгую позицию – какие теории, концепции он принимает за базовые, и обосновывает почему, а на какие только ссылается в процессе анализа литературных источников.

Важнейшие требования к любой научной работе – это строгость, четкость, однозначность применяемой *терминологии*. Если в обыденной жизни, в устных выступлениях допускается известная свобода в оперировании терминами, то требования упорядоченности и строгости употребления языка науки обязательны.

Следующий этап – отработка сугубо философских, гносеологических и методологических понятий – работа с соответствующими словарями.

В работе с *понятийным аппаратом* необходимо отметить еще одно обстоятельство, имеющее важное значение. Отбор и систематизация понятийного аппарата, используемого в каждом конкретном исследовании, определяется его предметом, поставленными целями и задачами. Поэтому сущность явлений и процессов, выражаемых через постоянную систему понятий, определяется авторской позицией, а сама понятийная система в каждом исследовании является в той или иной мере авторской (другое дело, она может быть четкой, стройной или наоборот – расплывчатой и противоречивой).

Построение логической структуры теоретического исследования. За исключением процесса построения *логической структуры* создаваемой научной концепции, теории, на чем мы остановимся подробнее ниже, построение логической структуры теоретического исследования, так же как и построение структуры теоретической части эмпирического исследования, весьма вариативно и целиком определяется предметом, целями и задачами каждого конкретного исследования. Общими являются лишь некоторые моменты, которые мы здесь и рассмотрим.

При построении логической структуры исследования часто возникает необходимость использования различных *классификаций* и введения своих собственных классификаций. Более того, они даже желательны, поскольку придают работе определенную стройность. Основные **требования, предъявляемые к классификации**:

1. Каждая классификация может проводиться только по одному основанию. Это, пожалуй, самое главное требование, наиболее часто нарушаемое. Вводя какую-либо классификацию, сразу необходимо оговорить – а по какому основанию она вводится? *Основание классификации* – это *признак*, который дает возможность разделить объем *родового понятия* (всю совокупность классифицируемых по данной классификации объектов) на виды (*видовые понятия* – члены, части этой совокупности). Например, основанием для деления общеобразовательной школы на начальную, неполную среднюю и среднюю служит уровень общего образования, даваемый учащимся на каждой ступени. В то же время нельзя, к примеру, в одной классификации разделить учащихся какой-то школы по возрасту и успеваемости или, скажем, посещению факультативных занятий.

2. Объем членов классификации должен быть в точности равен объему всего классифицируемого класса. Это значит, к примеру, что если мы разделили все треугольники на основании величины углов: остроугольные, прямоугольные, тупоугольные, то никаких других треугольников по этому основанию быть не может.

3. Каждый объект может попасть только в один подкласс. Нельзя, например, расклассифицировать все целые числа на четные, нечетные и простые. Тогда числа 5, 7, 11 и т.д. попадают одновременно в два класса – они являются и нечетными простыми.

4. Члены классификации должны взаимно исключать друг друга; это значит, что ни один из них не должен входить в объем другого. К примеру, научные книги нельзя подразделить на монографии, учебники, справочники и по математике. Книги по математике могут быть и монографиями, учебниками, справочниками.

5. Подразделение на подклассы должно быть непрерывным, то есть необходимо брать ближайший подкласс и не перескакивать в более отдаленный подкласс. Допустим, научные исследования можно классифицировать как исследования в области физики, химии, биологии, экологии и т.д., но нельзя – как исследования в области химии, биологии, экологии и электродинамики (раздел физики). В последнем случае мы «перескочили» из ближайшего подкласса (физика) в более отдаленный подкласс – раздел физики.

Построение логической структуры теории (концепции). Для начала разделим понятия «теория той или иной науки» и «научная теория». Под теорией науки понимается вся совокупность теоретических знаний в той или иной отрасли науки – физике, биологии и т.д. В то же время, в каждой научной области существует множество научных теорий (концепций) – ведь по сути дела каждая докторская диссертация, по крайней мере, каждая добротная диссертация представляет собой целостную теорию (концепцию). Здесь мы будем говорить о построении научных теорий (концепций).

Процесс построения логической структуры теории (концепции) состоит из двух этапов. Первый этап – этап *индукции* – восхождения от конкретного к абстрактному, когда исследователь должен определить центральное системообразующее звено своей теории: концепцию, систему аксиом или аксиоматических требований, или единый исследовательский подход и т.д.

Следует отметить, что термин «концепция» используется в двух смыслах. Во-первых, как ведущая *идея*, основная мысль чего-либо. Во-вторых, как синоним теории. Здесь мы используем этот термин в обоих смыслах: в первом случае, когда говорим о концепции как о короткой емкой формулировке; во втором – когда говорим о том, что концепция (как краткая формулировка) разворачивается, развивается в совокупности концептуальных положений, принципов, факторов, условий, механизмов и т.д. – то есть в концепцию как синоним теории.

На этом индуктивном этапе в отраслях наук «слабой версии», очевидно, единственной основой для обобщения является классификационный подход – исследователь ищет соответствующие *основания классификаций*, которые могут объединить, «стянуть», обобщить имеющиеся результаты.

В процессе обобщения, «стягивания» результатов исследователю приходится, с одной стороны, все время обращаться к своей предметной области в аспекте требований полноты теории – какие при этом «пустоты» образовались в предметной области – их надо будет в дальнейшем заполнять, в том числе, возможно, дополнительной опытно-экспериментальной работой или заимствованием результатов у других авторов. С другой стороны – постоянно соотносить получаемые обобщения и предметную область с совокупностью получаемых теоретических результатов опять же в аспекте требования полноты, а также непротиворечивости строящейся теории, концепции.

На этапе индукции, исследователь детально выписывает все имеющиеся у него результаты, все, что представляет интерес. И начинает группировать, «стягивать» по определенным основаниям классификаций в первичные обобщения, затем – в обобщения второго порядка (опять же по определенным основаниям), и так далее, – происходит индуктивный процесс – *абстрагирование* – восхождение от конкретного к абстрактному – пока все результаты не сведутся в авторскую *концепцию* – короткую, буквально на 5-7 строк емкую формулировку, отражающую в самом общем сжатом виде всю совокупность результатов, всю суть работы. Или в систему аксиом, или в единый исследовательский подход и т.д.

По завершении этапа индукции – определения и формулирования центрального системообразующего звена – концепции, исследовательского подхода, системы аксиом и т.п., наступает дедуктивный процесс – *конкретизации* – восхождения от абстрактного к конкретному. На этом этапе формулировка концепции развивается, разворачивается в совокупности принципов, факторов, условий (групп условий), моделей, механизмов и т.д.

Таким образом, *теория (концепция)* – это центральный системообразующий элемент – концепция (в узком смысле – как основная мысль), система аксиом и т.д. – и вытекающие из него, конкретизирующие его концептуальные положения и другие конструкции – *структурные элементы* теории.

Перечислим **структурные элементы теории**, так как это может оказаться полезным для исследователей: алгоритм, аппарат (дидактические, понятийные аппараты и т. д.); классификации; критерии; методики; методы; механизмы (классы механизмов); модели (базисные, прогностические, графовые, открытые, закрытые, динамические, комплексы моделей и т.д.); направления; обоснования; основания; основы; парадигмы; параметры; периодизации; подходы; понятия (развивающиеся понятия, системы понятий и т. д.); приемы; принципы; программы; процедуры; решения; системы (иерархические системы, генерализованные системы и т. д.); содержание; способы; средства; схемы; структуры; стратегии; фазы; сущности; таксономии; тенденции; технологии; типологии; требования; условия; фазы; факторы (системообразующие факторы и т. д.); формы (совокупности форм и т. д.); функции; характеристики (сущностные характеристики и т. д.); цели (совокупности целей, иерархии целей); этапы и т. д.

В отраслях наук сильной версии добавляются еще теоремы, леммы, утверждения. А в качестве центрального системообразующего элемента (звена) могут выступать теория, концепция, идея, единый исследовательский подход, система аксиом или система аксиоматических требований и т.д. В ряде отраслей науки, например в химии, фармации, микробиологии и т.д., в качестве центрального системообразующего звена может выступать факт получения нового химического вещества, нового лекарства, новой вакцины и т.п., что является нередко плодом многолетних трудов исследователя. А затем раскрываются условия, принципы их применения и т.д.

Но в целом вполне обоснованно можно утверждать, что общая логическая структура теорий (концепций) едина.

СТАДИЯ ОФОРМЛЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ. Завершающей стадией технологической фазы исследования является апробация его результатов, их литературное оформление и публикация.

Этап апробации результатов. Детальная *апробация* исследования – одно из условий его состоятельности и истинности результатов, один из реальных способов вовремя скорректировать и исправить его недостатки. Слово «апробация» латинского происхождения и дословно означает «одобрение, утверждение». В роли критиков, оппонентов, судей выступают коллеги-ученые, практические работники, а также научные и педагогические коллективы. Апробация осуществляется в формах публичных докладов и выступлений, дискуссий, а также в форме письменного или устного рецензирования. Важную роль играет и неофициальная апробация – беседы, споры с коллегами, специалистами из других областей научного знания, а также с практическими работниками. По результатам апробации исследователь осмысливает и учитывает возникающие вопросы, позитивные и негативные оценки, возражения и советы. На этой основе он дорабатывает свои материалы, пересматривает, если это необходимо некоторые положения своего исследования.

Этап оформления результатов. По завершении апробации исследователь приступает к литературному оформлению и публикации результатов своего исследования. Ведь *публикация*, и письменная, и устная, и электронная, является обязательным условием завершения научного исследования (естественно, если оно действительно научное): новое

знание, полученное тем или иным исследователем, только тогда станет научным знанием, когда оно станет общественным достоянием.

Результаты проведенного исследования оформляются в следующих формах литературной продукции:

1. *Реферат* является одной из начальных форм представления результатов исследования в письменном виде. С помощью реферата начинающие исследователи излагают свои первоначальные результаты исследования. В реферате обычно раскрываются теоретическое и практическое значение темы, анализируются публикации по теме, дается оценка и выводы по проанализированному научному материалу. Реферат должен показать эрудицию исследователя, его умение самостоятельно анализировать, систематизировать, классифицировать и обобщать существующую научную информацию. Рефераты, как правило, не публикуются.

2. *Научная статья* является самой распространенной формой литературной продукции исследователя. Статьи публикуются в научных журналах, научных или научно-методических сборниках. Объем статьи обычно бывает от 5 до 15 машинописных страниц. Изложение материала в научной статье должно быть систематичным и последовательным. Разделы работы должны быть логически связаны между собой. Особое внимание должно быть уделено научному стилю работы. Для научного стиля характерны следующие основные требования: ясность изложения, точность словоупотребления, лаконизм, строгое соблюдение научной терминологии, последовательность изложения позиций, логичность, взаимосвязь положений. Особое внимание следует обратить на литературную редакцию текста.

Большое значение в научной статье имеет изложение заключения, научных выводов и предложений. В этой части статьи следует кратко и четко выделить существенные аспекты результатов исследования и показать пути их реализации в практике.

3. *Научный отчет, доклад*. Научную работу можно оформить и в виде научного отчета. Общие требования и правила оформления научного отчета изложены в соответствующем государственном стандарте (ГОСТе).

К научному отчету предъявляют следующие основные требования: четкость построения; логическая последовательность изложения материала; убедительная аргументация; краткость и точность формулировок; конкретность изложения результатов работы; доказательность выводов и обоснованность рекомендаций.

Научный отчет должен включать титульный лист, список авторов, краткий реферат, содержание (оглавление), основную часть работы, список использованной литературы и приложения.

Реферат отчета должен отражать в очень кратком изложении основное содержание отчета, его объем, количество и характер иллюстраций и таблиц, перечень ключевых слов, сущность выполненной работы, методы исследования, краткие выводы и возможности применения результатов исследования.

Основная часть отчета включает: введение; аналитический обзор научной литературы по данной теме; обоснование выбранного направления работы; разделы (главы) отчета, отражающие методику, содержание и результаты выполненной работы; заключение (выводы и предложения).

В приложения включают вспомогательный материал отчета: таблицы цифровых данных; примеры инструкций, руководств, анкет, тестов и т.п., разработанных и примененных в исследовательской работе; иллюстрации вспомогательного характера и т.п.

4. *Методическое пособие*. Основой такого пособия являются сделанные на базе результатов исследования теоретически обоснованные *методические рекомендации* для совершенствования какого-либо (учебно-воспитательного, технологического и т.д.) процесса. Так как методическое пособие рассчитано на практических работников, оно

должно быть написано хорошим, живым литературным языком. По возможности его следует иллюстрировать наглядными материалами.

Методическое пособие можно оформить и в виде брошюры или книги. *Брошюрой* называется малообъемная печатная продукция (5-48 страниц) в мягкой обложке или без обложки. *Книга* – непериодический печатный материал объемом более 48 страниц, как правило, в обложке или переплете.

Кстати, классическим примером блестящего методического пособия (по военному делу) можно считать знаменитую книгу А.В. Суворова «Наука побеждать», где всего на 25 страницах текста изложены рекомендации по всем, как теперь принято называть, инновациям гениального полководца – от правил ведения боя и военных переходов, до организации тыла армии и устройства госпиталей.

5. *Монография*. Монографией называется научное издание, в котором какая-то одна проблема (моно – одиночный) рассматривается достаточно разносторонне и целостно. Монография может иметь одного или нескольких авторов.

Если исследователю удалось какую-то проблему решить по-новому, всесторонне обобщить существующие научные труды по проблеме, и он может научно обосновать свои концепции по проблеме, показать конкретные возможности их реализации в практике, тогда ему целесообразно оформить

результаты своего исследования в виде научной монографии.

В монографии исследователь показывает, как исследуемая проблема решалась ранее в научной литературе и в практике, как она решается в настоящее время. Затем раскрывается сущность авторских идей решения этой проблемы, описывается методика исследования, которая использовалась для подтверждения концепции. После этого подробно освещаются, анализируются результаты собственного исследования, делаются аргументированные выводы и научно-обоснованные рекомендации. В конце монографии приводится библиография использованных литературных источников. Монография также оформляется в виде брошюры или книги.

6. *Тезисы докладов* и выступлений на конференциях, семинарах, педагогических чтениях и т.д. Как правило, при проведении научных конференций, семинаров и т.д. принято публиковать сборники тезисов докладов и выступлений их участников. Тезисы – это очень короткий документ объема от 1 до 3 страниц печатного текста. Их объем для всех участников заранее устанавливает оргкомитет конференции и т.п. Основная задача при написании тезисов – в очень сжатой, конспективной форме изложить самые главные результаты исследования, которые докладчик, выступающий хочет доложить участникам конференции, семинара или симпозиума.

Объемы всей научной литературной продукции измеряются в условных единицах – авторских (печатных) листах. Один авторский лист – 40000 печатных знаков, включая знаки препинания и пробелы между словами. Таким образом, один авторский лист – это примерно 23 страницы машинописного текста напечатанного через 2 интервала или примерно 16 страниц через один интервал.

Кроме публикаций литературной продукции, результаты исследования докладываются и обсуждаются посредством устного научного общения. Можно дать следующие условные определения основных форм организации устного научного общения:

– научный (проблемный) *семинар* – обсуждение сравнительно небольшой группой участников подготовленных ими научных докладов, сообщений, проводимое под руководством ведущего ученого, специалиста. Научные семинары могут быть как разовыми, так и постоянно действующими. Они являются важным средством сплочения исследовательского коллектива, выработки у его членов общих подходов, воззрений. Научные семинары проводятся, как правило, в рамках одной научной организации или одного учебного заведения, хотя на их заседания могут приглашаться и представители других организаций. Классическими примерами постоянно действующих семинаров

являются знаменитые «Павловские среды», материалы которых были опубликованы в многотомном издании, а также Семинар по теоретической физике Л.Д. Ландау;

– научная *конференция* – собрание представителей научных или научных и практических работников (в последнем случае конференция называется научно-практической). Научные и научно-практические конференции всегда бывают тематическими. Они могут проводиться в рамках одной научной организации или учебного заведения, на уровне региона, страны, на международном уровне;

– научный *съезд* – собрание представителей целой отрасли науки в масштабах страны. Например, съезд психологов. На съездах обсуждаются все или значительная часть актуальных для данной науки на сегодняшний день проблем;

– научный *конгресс* – то же, что и съезд, только на международном уровне. Например, Европейский конгресс, Всемирный конгресс;

– *симпозиум* (кстати, в дословном переводе с греческого – «пиршество») – международное совещание научных работников по какому-либо относительно узкому, специальному вопросу (проблеме);

– *авторские школы* передового опыта (мастерские, практикумы, тренинги и т.д.) – форма общения ученых и специалистов-практиков, когда автор передового опыта подробно рассказывает участникам школы о своем опыте и демонстрирует его. Школы передового опыта проводятся в рамках одной организации, предприятия, учебного заведения, или в рамках региона, или всей страны;

– *тематические чтения* – форма общения научных и практических работников какой-либо одной отрасли, имеющая целью обобщение и распространение передового опыта. На тематических чтениях заслушиваются доклады по определенной тематике чтений, например, посвященной научному наследию крупного ученого, или какой-либо исторической дате и т.д. Чтения могут проводиться в НИИ, в учебном заведении, на уровне района, области, в масштабах страны – Всероссийские чтения.

Таким образом, мы изложили последовательность шагов от замысла исследования до оформления его результатов и их публикации, которой завершается технологическая фаза научного исследования (научно-исследовательского проекта).

7.3 Рефлексивная фаза научного исследования

Прежде чем рассматривать рефлексивную фазу научного исследования, обсудим, что понимается под оценкой и рефлексией.

Начнем с термина «*оценка*»: «отношение к явлениям, деятельности, поведению, установление их значимости, соответствия нормам, целям» «установление степени, уровня, качества». Отметим, что термин «оценка» употребляется как для обозначения процесса оценки, так и для обозначения самой оценки (как результат процесса оценки).

«Рефлексия (лат. reflexio – обращение назад) – это:

□□ принцип человеческого мышления, направляющий его на осмысление и осознание собственных форм и предпосылок;

□ предметное рассмотрение самого знания, критический анализ его содержания и методов познания;

□□ деятельность самопознания, раскрывающая внутреннее строение и специфику духовного мира человека».

Принято говорить о трех видах рефлексии:

- элементарная рефлексия, приводящая к рассмотрению и анализу знаний и поступков, к размышлению об их границах и значении;

- научная рефлексия – критика и анализ теоретического знания, проводимые на основе тех методов и приемов, которые свойственны данной области научного знания;

- философская рефлексия – это осознание и осмысление предельных оснований бытия и мышления, человеческой культуры в целом.

Чаще всего в философской литературе под рефлексией понимают обращение познания на самое себя, мышление о мышлении. Если говорить проще, то афористическое определение рефлексии следующее: «Рефлексия – это мысль о мысли». В настоящей работе речь идет, в основном, об элементарной рефлексии.

Рефлексия субъекта, то есть его размышления относительно своих собственных размышлений о реальности, о своей деятельности и т.д. называется *авторефлексией* или *рефлексией первого рода*. Отметим, что в большинстве гуманитарных исследований речь идет, в первую очередь, именно об авторефлексии.

Рефлексия второго рода имеет место относительно других субъектов, то есть это размышления субъекта о возможных размышлениях другого человека (субъекта) или других субъектов (людей).

Строго говоря, «в сложном процессе рефлексии даны, как минимум, шесть позиций, характеризующих взаимное отображение субъектов: сам субъект, каков он есть в действительности; субъект, каким он видит самого себя; субъект, каким он видится другому, и те же самые три позиции, но со стороны другого субъекта. Рефлексия, таким образом, – это процесс удвоенного зеркального взаимоотображения субъектами «самих себя». Но число таких взаимоотражений может быть и большим.

Следует отметить, что процессы оценки и рефлексии свойственны не только рефлексивной фазе проекта (научного, практического, художественного или учебного) – в процессе деятельности субъект осуществляет как постоянную оценку достигнутых промежуточных результатов, так и рефлексии относительно этих результатов, технологии своей деятельности, оценки другими субъектами технологии и результатов и т.д.

Вернемся к *рефлексивной фазе* научного исследования. Ее суть состоит в том, что исследователь (или коллектив исследователей), получив результаты, должен их отрефлексировать – «обратиться назад» и осмыслить, сравнить, оценить исходные и конечные состояния:

- объекта деятельности – *самооценка результатов*;
- субъекта деятельности, то есть самого себя – самооценка.

На оценку и самооценку результатов существенным образом влияют оценки текущих и итоговых результатов научного исследования со стороны других коллег-ученых: рецензентов, оппонентов и т.д. Так, например, любая диссертация, являясь по определению единоличной работой автора, в то же время, практически всегда учитывает мнения многих людей, участвовавших в ее обсуждении (научного руководителя, сотрудников лаборатории или кафедры и т.д.), то есть, в некотором смысле, является плодом коллективного творчества.

На самооценку результатов исследования существенным образом влияют их признание (или не признание) научным сообществом и/или сообществом практиков. Для этого необходимым условием является публикация результатов.

Но *публикация* публикации разнь. Самый простой и самый неблагодарный путь – депонирование рукописей. Хотя депонированная рукопись и считается публикацией, эти рукописи практически никто не читает.

Публикация статей – опять же зависит от того, где статья опубликована. Одно дело – в сборнике научных трудов какого-нибудь областного ВУЗа с тиражом 100-200 экз. Другое дело – в одном из центральных журналов, которые расходятся по всей стране. Ведь в каждом журнале есть своя редакционная коллегия, и, если она принимает решение опубликовать статью в журнале, значит ее материал представляет научный или практический интерес. А это уже и есть форма общественного признания результатов исследования.

«Востребованность» публикаций во многом зависит от четкости, доступности изложения материала, формы его подачи. Причем, автору, как правило, трудно предугадать – в каком ключе, в какой форме подачи материала читающая публика «проглотит» публикацию. Каждый опытный ученый это знает. Нередко бывает, что автор

опубликовал серьезную работу, результат длительного и мучительного труда – а публикацию восприняли весьма спокойно. В тоже время, бывает – напишешь статью экспромтом, всего за один вечер, где те же результаты поданы в каком-либо неожиданном даже для самого автора ракурсе – публикация получает широкий общественный резонанс.

Фактом общественного признания выполненного исследования является успешная защита кандидатской, докторской диссертации. В дальнейшем, спустя определенное время, начинает «работать» такая форма оценки исследования, как его цитируемость – как часто другие авторы ссылаются на данное исследование. Показатель этот, правда, несколько формальный. Ведь не всякая работа может быть доступна широкому кругу читателей. Это может быть чисто теоретическая работа или историческое исследование по какой-либо узкоспециальной проблеме и т.д. Тем не менее, во многих странах авторитет ученого, в том числе и его заработная плата, оценивается именно по его *индексу цитируемости*.

Но в деятельности исследователя существенную роль играет *самооценка, рефлексия* уже завершенной работы, когда необходимо ответить самому себе: что получилось хорошо, что плохо и почему; почему полученные результаты исследования значительно разошлись с его замыслом (что бывает в подавляющем большинстве случаев); какие теоретические построения оказались лишними, а каких не хватило; правильно ли и достаточно ли были использованы методы эмпирического исследования; что оказалось лишним и где, на что напрасно было потрачено время, и так далее и тому подобное.

Все это необходимо будет учесть в последующих исследованиях, ведь закончив одно исследование, ученый (если это настоящий ученый) тут же начинает следующее: цикл повторяется. Накопление личного научного, в том числе методологического опыта по результатам каждой завершенной научной работы ведет к развитию исследований по нарастающей спирали.

Но необходимо еще остановиться и на **научной рефлексии**.

Научная (или теоретическая) рефлексия над системой научного знания означает его теоретический анализ, принятие ряда допущений и идеализаций, моделирование изучаемых явлений и процессов. Результатом же научной рефлексии становится некоторая новая система знания, которая является относительно истинным отражением реальных зависимостей и которая, вместе с тем, предполагает целый ряд допущений (возникающих прежде всего на этапе моделирования). Рефлексия над прежней системой знания приводит к выходу за ее пределы и порождению нового знания. Так, теоретическая рефлексия позволила Галилею подвергнуть критике аристотелевские предпосылки (допущения) на систему взглядов на мир; теория относительности А. Эйнштейна выявила такие скрытые предпосылки классической механики, которые не были ясны даже самим ее творцам. По сути дела научная рефлексия – это взаимосвязь между старым знанием и новым, между «старой» научной теорией и «новой». Преемственность научного знания – это то содержание, которое заложено в понимании принципа соответствия, одного из основополагающих принципов научного познания. Основным методом научной рефлексии является *ретроспективный анализ*.

Рефлексивной фазой завершается научное исследование как цикл научной деятельности, как научный проект.

До сих пор речь шла, в основном, об индивидуальном научном исследовании. Организация и проведение коллективного исследования имеет свою специфику, о чем будет рассказано в следующей главе.

Вопросы самоконтроля

1. Три фазы научной деятельности.
2. Концептуальная стадии фазы проектирования.

3. Типы исследований .
4. Этапы выявления противоречий в исследованиях.
5. Этап постановки проблемы.
6. Объект и предмет исследований.
7. Тема исследования.
8. Содержательный и формальный подходы в процессе исследований.
9. Логический и исторический подходы в процессе исследований.
10. Качественный и количественный подходы в процессе исследований.
11. Единичный и общий подходы в процессе исследований.
12. Этап определения цели исследования.
13. Этап формирования критериев оценки достоверности результатов исследования.
14. Критерии оценки достоверности результатов теоретического исследования.
15. Критерии оценки достоверности результатов эмпирического исследования.
16. Стадия построения гипотезы исследования.
17. Стадия конструирования исследования.
18. Стадия проведения исследования.
19. Основные требования, предъявляемые к классификации.
20. Построение логической структуры теории (концепции).
21. Опыт-экспериментальная работа.
22. Стадия оформления результатов исследования.
23. Этап оформления результатов.
24. Рефлексивная фаза научного исследования.

Список литературы

Основная литература

1. Новиков, А.М. Методология научного исследования /А.М. Новиков, Д.А. Новиков. – М.: Либроком, 2009. – 280 с.
2. Новиков, Д.А. Методология управления / Д.А. Новиков. – М.: Либроком, 2011. – 128 с.

Дополнительная литература

1. Новиков, А.М. Методология /А.М. Новиков, Д.А. Новиков. – М.: Синтег, 2007. – 180 с.

Лекция 8

Методы эмпирического исследования в земледелии

Эмпирическое (то, что воспринимается органами чувств) познание осуществляется в процессе опыта, понимаемого в самом широком смысле, т.е. как взаимодействие субъекта с объектом, при котором субъект не только пассивно отражает объект, но и активно изменяет, преобразует его.

Эмпирический метод состоит в последовательном совершении следующих пяти операций: наблюдение, измерение, моделирование, прогнозирование, проверка прогноза.

В науке основными формами эмпирического исследования являются наблюдение и эксперимент. Кроме того, к ним относят также многочисленные измерительные процедуры, которые хотя и ближе примыкают к теории, все же осуществляются именно в рамках эмпирического познания и особенно эксперимента.

8.1 Наблюдения

Научное наблюдение представляет целенаправленное и организованное восприятие предметов и явлений окружающего мира. Связь наблюдения с чувственным познанием очевидна: любой процесс восприятия связан с переработкой и синтезом тех впечатлений, которые познающий субъект получает от внешнего мира. Эти впечатления в психологии называют ощущениями. Они являются отображением отдельных свойств, сторон предметов или процессов внешнего мира. Иногда наблюдение может относиться к восприятию переживаний, чувств, психических состояний самого субъекта.

Деятельность сознания в процессе наблюдения не ограничивается только тем, что оно синтезирует в единый чувственный образ результаты различных ощущений.

Активная его роль проявляется, прежде всего, в том, что наблюдатель, особенно в науке, не просто фиксирует факты, а сознательно ищет их, руководствуясь некоторой идеей, гипотезой или прежним опытом. Сторонники эмпиризма, чтобы гарантировать чистоту и надежность данных опыта, требуют сбора данных и фактов без какой-либо предварительной гипотезы или руководящей идеи. Нетрудно, однако, понять утопичность такой программы. Даже в обыденном познании наблюдение опирается на прежний опыт и знания людей.

В науке же, как правило, наблюдения имеют своей целью проверку той или иной гипотезы или теории и поэтому они существенным образом зависят от этой цели. Ученый не просто регистрирует любые факты, а сознательно отбирает те из них, которые могут либо подтвердить, либо опровергнуть его идеи.

Наблюдения в науке характеризуются также тем, что их результаты требуют определенной интерпретации, которая осуществляется с помощью некоторой теории.

Использование специальных материальных и концептуальных средств придает результатам научных наблюдений, как и всему процессу наблюдения в целом, такие новые черты и особенности, которые лишь в неразвитой форме присутствуют в обыденных, житейских наблюдениях.

По-видимому, наиболее общим признаком, сближающим научные наблюдения с повседневными, является их объективность, хотя степень этой объективности далеко не одинакова.

Для лучшего уяснения специфики научного наблюдения рассмотрим по порядку те особенности, которыми оно отличается от наблюдения обыденного, начав обсуждение с такого признака, как объективность результатов наблюдения.

Интерсубъективность и объективность

В повседневной деятельности и в науке наблюдения должны приводить к результатам, которые не зависят от воли, чувств и желаний субъекта. Чтобы стать основой последующих теоретических и практических действий, эти наблюдения должны информировать нас об объективных свойствах и отношениях реально существующих предметов и явлений. Однако достижение таких результатов часто сопряжено с немалыми трудностями.

Прежде всего, наблюдение, основанное на восприятии, не есть чисто пассивное отражение мира. Сознание не только отражает мир, но и творит его. В процессе такого активного освоения мира возможны ошибки, заблуждения и даже простые иллюзии органов чувств, которые также нельзя игнорировать. Всем хорошо известно, что палка, опущенная в воду, кажется сломанной; параллельно расположенные рельсы вдали кажутся сходящимися.

Первым необходимым, хотя и недостаточным условием получения объективных данных наблюдения является требование, чтобы эти данные имели не личный, чисто субъективный характер, а могли быть получены и зафиксированы другими наблюдателями. Иначе говоря, наблюдение должно давать результаты, не зависящие от индивидуальных особенностей конкретного субъекта,— они обязаны быть интерсубъективными. Если одни и те же данные будут получены многими наблюдателями, то тем самым возрастает их надежность и правильность.

При научном подходе к исследованию интерсубъективность служит важным этапом на пути достижения объективно истинного знания. Но в этом случае сами наблюдения тщательно анализируются и корректируются в свете существующих теоретических представлений.

Очень часто в науке для повышения объективности результатов наблюдения (не говоря уже об их точности) используются приборы и регистрирующие устройства.

Непосредственные и косвенные наблюдения

Наибольшие трудности в достижении объективных результатов наблюдения встречаются тогда, когда непосредственно наблюдается не сам предмет или процесс, а эффект его взаимодействия с другими предметами и явлениями. Такие наблюдения, получившие название косвенных или опосредованных, играют все более важную роль в современной науке. Действительно, объекты и процессы, которые исследуют современная атомная и ядерная физика, квантовая химия и молекулярная биология непосредственно не наблюдаемы ни с помощью органов чувств, ни с помощью приборов. Но они могут стать наблюдаемыми, если исследовать результаты их взаимодействия с другими объектами и процессами.

Особенность такого наблюдения состоит в том, что об исследуемых явлениях здесь заключают через восприятие результатов взаимодействия ненаблюдаемых объектов с наблюдаемыми. А такое заключение обязательно основывается на некоторой гипотезе или теории, устанавливающих определенное отношение между наблюдаемыми и ненаблюдаемыми объектами. Действительно, чтобы судить о свойствах заряженных элементарных частиц по их следам в камере Вильсона или на фотопластинке, необходимо допустить существование закономерной связи между непосредственно ненаблюдаемыми частицами и теми эффектами, которые они вызывают в наблюдаемых объектах и процессах. Подобное допущение, как и всякая гипотеза, нуждается в проверке и подтверждении с помощью точно фиксируемых свидетельств. Такими свидетельствами как раз и служат непосредственно наблюдаемые объекты, явления, а также факты.

Как правило, в науке устанавливают не просто связь между наблюдаемыми и ненаблюдаемыми объектами и их свойствами, а определенное функциональное отношение между величинами, которые характеризуют эти свойства. Хорошо известно, например, что о величине атмосферного давления в некоторой точке Земли мы судим по

высоте столбика ртути в барометре. Такого рода измерения величин ненаблюдаемых с помощью наблюдаемых основывается, конечно, на гипотезе, устанавливающей конкретную функциональную связь между ними.

Интерпретация данных наблюдения

Если исходить из буквального значения слова «данные», то может сложиться ложное впечатление, что последние даются наблюдателю в готовом виде. Такое представление в какой-то мере отвечает обыденному пониманию результатов наблюдения, но оно явно не годится для науки. Как правило, в науке данные есть результат долгого, кропотливого и трудного исследования.

Во-первых, поскольку данные получаются отдельными субъектами, то они должны быть очищены от всевозможных наслоений и субъективных впечатлений. Как уже отмечалось, науку интересуют, прежде всего, объективные факты, которые допускают контроль и проверку, в то время как непосредственные чувственные восприятия являются только достоянием отдельного субъекта.

Во-вторых, в качестве данных в науку входят не ощущения и восприятия, а лишь результаты их рациональной переработки, которые представляют собой синтез чувственных восприятий с теоретическими представлениями.

В-третьих, сами данные, прежде чем они войдут в науку, подвергаются значительной обработке и стандартизации. Их обработка осуществляется с точки зрения теоретических представлений, как соответствующей отрасли науки, так и статистической теории ошибок наблюдения. Стандартизация состоит в приведении данных к некоторым стандартным условиям наблюдения (например, температуры и давления). Наконец, уже на этой стадии исследования данные определенным образом систематизируются: составляются таблицы, графики, диаграммы и т.п. Конечно, такая систематизация еще далека от теории, но здесь содержится все, что необходимо для предварительных обобщений и построения эмпирических гипотез.

Зависимость данных наблюдения от теории и необходимость их интерпретации в наибольшей степени проявляется тогда, когда они служат в качестве свидетельств «за» или «против» той или иной гипотезы. Обычно свидетельствами считаются только те данные наблюдения, которые имеют непосредственное отношение к гипотезе и опираются на соответствующую теорию. Почему мы считаем туманный след в камере Вильсона свидетельством в пользу того, что он оставлен заряженной частицей?

Функции наблюдения в научном исследовании

Наблюдение и эксперимент являются двумя основными формами эмпирического познания, без которых невозможно было бы получить исходную информацию для дальнейших теоретических построений и проверки последних на опыте.

Существенное отличие наблюдения от эксперимента состоит в том, что оно осуществляется без какого-либо изменения изучаемых предметов и явлений и вмешательства наблюдателя в нормальный процесс их протекания.

Наблюдение в научном исследовании призвано осуществлять три основные функции.

Первая и важнейшая из них состоит в обеспечении той эмпирической информацией, которая необходима как для постановки новых проблем и выдвижения гипотез, так и для последующей их проверки. Это, конечно, не означает, что до наблюдения или эксперимента ученый не руководствуется никакой идеей, гипотезой или теорией. Напротив, при наблюдениях и поисках новых фактов исследователь обязательно исходит из некоторых теоретических представлений.

Но именно новые факты, и в частности те из них, которые не укладываются в прежние теоретические представления или даже противоречат им, требуют своего объяснения. Для решения возникшей проблемы ученый создает гипотезы или целую теорию, с помощью которых объясняет вновь открытые факты.

Вторая функция наблюдений состоит в проверке таких гипотез и теорий, которую нельзя осуществить с помощью эксперимента. Разумеется, экспериментальное

подтверждение или опровержение гипотез предпочтительней, чем неэкспериментальное. Однако там, где невозможно поставить эксперимент, единственными свидетельствами могут служить лишь данные наблюдений. При наблюдениях же, которые сопровождаются точными измерениями, результаты такой проверки могут быть ничуть не худшими, чем экспериментальные, что подтверждается всей историей развития астрономии.

Третья функция наблюдения заключается в том, что в его терминах осуществляется сопоставление результатов, полученных в ходе теоретического исследования, проверяется их адекватность и истинность. При эмпирическом исследовании ученый обращается к теории для того, чтобы целенаправленно вести наблюдения и проводить эксперименты. Однако для дальнейшей разработки теории он вынужден время от времени «сверять» свои понятия, принципы и суждения с данными опыта. Поскольку сопоставление абстрактных положений теории непосредственно с опытом невозможно, то приходится прибегать к различным вспомогательным приемам, среди которых значительную роль играет формулировка эмпирических результатов в терминах наблюдения и «наблюдательного» языка.

8.2 Эксперимент

Характерная особенность эксперимента как специального метода эмпирического исследования заключается в том, что он обеспечивает возможность активного практического воздействия на изучаемые явления и процессы.

Исследователь здесь не ограничивается пассивным наблюдением явлений, а сознательно вмешивается в естественный ход их протекания. Он может осуществить такое вмешательство путем непосредственного воздействия на изучаемый процесс или изменить условия, в которых происходит этот процесс. И в том и другом случае результаты испытания точно фиксируются и контролируются. Таким образом, дополнение простого наблюдения активным воздействием на процесс превращает эксперимент в весьма эффективный метод эмпирического исследования.

Этой эффективности в немалой степени содействует также тесная связь эксперимента с теорией. Идея эксперимента, план его проведения и интерпретация результатов в гораздо большей степени зависят от теории, чем поиски и интерпретация данных наблюдения.

В настоящее время экспериментальный метод считают отличительной особенностью всех наук, имеющих дело с опытом и конкретными фактами. Действительно, огромный прогресс, достигнутый с помощью этого метода в физике и точных науках в последние два столетия, в значительной мере обязан экспериментальному методу в сочетании с точными измерениями и математической обработкой данных.

Структура и основные виды эксперимента

Любой эксперимент, как уже отмечалось, представляет такой метод эмпирического исследования, при котором ученый воздействует на изучаемый объект с помощью специальных материальных средств (экспериментальных установок и приборов) с целью получения необходимой информации о свойствах и особенностях этих объектов или явлений. Поэтому общая структура эксперимента будет отличаться от наблюдения тем, что в нее кроме объекта исследования и самого исследователя обязательно входят определенные материальные средства воздействия на изучаемый объект. Хотя некоторые из таких средств, например приборы и измерительная техника, используются и при наблюдении, но их назначение совсем иное.

Такие приборы способствуют повышению точности результатов наблюдений, но они, как правило, не служат для непосредственного воздействия на изучаемый объект или процесс.

Значительная часть экспериментальной техники служит либо для прямого воздействия на исследуемый объект, либо для преднамеренного изменения условий, в которых он

должен функционировать. В любом случае речь идет об изменении и преобразовании предметов и процессов окружающего мира для лучшего их познания.

По своей основной цели все эксперименты можно разделить на две группы.

К первой, самой большой группе следует отнести эксперименты, с помощью которых осуществляется эмпирическая проверка той или иной гипотезы или теории.

Меньшую группу составляют так называемые поисковые эксперименты, основное назначение которых состоит не в том, чтобы проверить, верна или нет какая-то гипотеза, а в том, чтобы собрать необходимую эмпирическую информацию для построения или уточнения некоторой догадки или предположения.

По характеру исследуемого объекта можно различать физические, химические, биологические, психологические и социальные эксперименты.

По методу и результатам исследования все эксперименты можно разделить на качественные и количественные. Как правило, качественные эксперименты предпринимаются для того, чтобы выявить действие тех или иных факторов на исследуемый процесс без установления точной количественной зависимости между ними. Такие эксперименты скорее носят исследовательский, поисковый характер: в лучшем случае с их помощью достигается предварительная проверка и оценка той или иной гипотезы или теории, чем их подтверждение или опровержение.

Количественный эксперимент строится с таким расчетом, чтобы обеспечить точное измерение всех существенных факторов, влияющих на поведение изучаемого объекта или ход процесса. Проведение такого эксперимента требует использования значительного количества регистрирующей и измерительной аппаратуры, а результаты измерений нуждаются в более или менее сложной математической обработке.

Во многих же экспериментах в биологии, агрономии, технологии первоначальные величины заданы статистически, и поэтому построение таких экспериментов с самого начала предполагает использование методов статистики и теории вероятностей.

Планирование и построение эксперимента

В процессе научного наблюдения исследователь руководствуется некоторыми гипотезами и теоретическими представлениями о тех или иных фактах. В гораздо большей степени эта зависимость от теории проявляется в эксперименте. Прежде чем поставить эксперимент, надо не только располагать его общей идеей, но и тщательно продумать его план, а также возможные результаты.

Выбор того или иного типа эксперимента, так же как и конкретный план его осуществления, в существенной степени зависит от той научной проблемы, которую ученый намеревается разрешить с помощью опыта. Одно дело, когда эксперимент предназначен для предварительной оценки и проверки гипотезы, и совсем другое, когда речь идет о количественной проверке той же самой гипотезы.

Поскольку каждый эксперимент призван решать определенную теоретическую проблему: будь то предварительная оценка гипотезы или ее окончательная проверка, — постольку при его планировании следует учитывать не только наличие той или иной экспериментальной техники, но и уровень развития соответствующей отрасли знания, что особенно важно при выявлении тех факторов, которые считаются существенными для эксперимента.

Все это говорит о том, что план проведения каждого конкретного эксперимента обладает своими специфическими чертами и особенностями. Не существует единого шаблона или схемы, с помощью которых можно было бы строить эксперимент для решения любой проблемы в любой отрасли экспериментальных наук. Самое большее, что можно здесь выявить, — это наметить общую стратегию и дать некоторые общие рекомендации по построению и планированию эксперимента.

Всякий эксперимент начинается с проблемы, которая требует экспериментального разрешения. Чаще всего с помощью эксперимента осуществляется эмпирическая проверка

какой-либо гипотезы или теории. Иногда он используется для получения недостающей информации, чтобы уточнить или построить новую гипотезу.

Как только научная проблема точно сформулирована, возникает необходимость выделить факторы, которые оказывают существенное влияние на эксперимент, и факторы, которые можно не принимать во внимание. Так, Галилей в своих экспериментах по изучению законов свободного падения тел не учитывал влияние сопротивления воздуха, неоднородность поля тяжести, не говоря уже о таких факторах, как цвет, температура тел, ибо все они не оказывают какого-либо существенного влияния па падение тел вблизи земной поверхности, где сопротивление воздуха незначительно, а поле тяжести с достаточной степенью приближения можно считать однородным. Эти факты в настоящее время кажутся чуть ли не очевидными, но во времена Галилея не существовало теории, которая позволяла бы объяснить их.

Следующим этапом в осуществлении эксперимента является изменение одних факторов при сохранении других относительно неизменными и постоянными. Пожалуй, в этом наиболее ярко проявляется отличие эксперимента от наблюдения, так как именно возможность создания некоторой искусственной среды позволяет исследователю наблюдать явления «при условиях, обеспечивающих ход процесса в чистом виде». Допустим, известно, что изучаемое явление зависит от некоторого числа существенных свойств или факторов. Чтобы установить роль каждого из них, а также их взаимосвязь друг с другом, надо выбрать сначала два каких-либо свойства. Сохраняя все другие существенные свойства или факторы постоянными, заставляем одно из выбранных свойств изменяться и наблюдаем, как ведет себя другое свойство или фактор. Таким же способом проверяется зависимость между другими свойствами. В результате экспериментально устанавливается зависимость, которая характеризует отношение между исследуемыми свойствами явления.

Подобное обобщение эмпирических законов не дает возможности открывать более сложные и глубокие теоретические законы, с помощью которых могут быть объяснены эмпирические законы. Однако описанный метод экспериментального установления зависимостей между существенными факторами исследуемого процесса служит важнейшей предварительной ступенью в познании новых явлений.

Если в планировании эксперимента предусматривается только выявление существенных факторов, влияющих на процесс, то такого рода эксперименты часто называют факторными. В большинстве случаев, в особенности в точном естествознании, стремятся не только выявить существенные факторы, но и установить формы количественной зависимости между ними: последовательно определяют, как с изменением одного фактора или величины соответственно изменяется другой фактор. Иными словами, в основе указанных экспериментов лежит идея о функциональной зависимости между некоторыми существенными факторами исследуемых явлений. Такие эксперименты получили название функциональных.

Однако какой бы эксперимент ни планировался, его проведение требует точного учета тех изменений, которые экспериментатор вносит в изучаемый процесс. Это требует тщательного контроля, как объекта исследования, так и средств наблюдения и измерения.

Контроль эксперимента

Большая часть экспериментальной техники служит для контроля тех факторов, характеристик или свойств, которые по тем или иным причинам считаются существенными для исследуемого процесса. Без такого контроля нельзя было бы достичь цели эксперимента. Техника, которая используется в эксперименте, должна быть не только практически проверена, но и теоретически обоснована.

Однако прежде чем говорить о теоретическом обосновании, надо убедиться в практической осуществимости эксперимента.

Даже в том случае, когда Опытная установка успешно функционирует, ее работа, и в особенности результаты, может зависеть от самых разных причин. Поэтому прежде чем

приступить к эксперименту, исследователь стремится объяснить функционирование будущей экспериментальной установки с помощью уже известной и хорошо подтвержденной теории.

Если эксперимент должен служить критерием истинности научного знания, то вполне естественно, что он должен опираться только на хорошо проверенное и надежное знание, истинность которого установлена вне рамок данного эксперимента.

Точно так же обстоит дело с новой экспериментальной техникой. Кроме теоретического обоснования её надежность следует проверять с помощью других методов. Например, техника использования так называемых меченых атомов в биологии и радиоактивных изотопов в различных отраслях науки и техники в существенной степени опирается на сопоставление результатов, полученных с помощью указанной техники, с данными, полученными другим способом. Известно, что результаты определения времени существования тех или иных органических отложений в Земле, возраста горных пород с помощью техники радиоизотопов (в частности, изотопа углерода C^{14}) контролировались уже проверенными методами (астрономическими, биологическими, хрониками и т.д.).

Интерпретация результатов эксперимента

Зависимость эксперимента от теории сказывается не только при планировании, но в еще большей степени при истолковании его результатов.

Во-первых, результаты любого эксперимента нуждаются в статистическом анализе, чтобы исключить возможные систематические ошибки. Такой анализ становится особенно необходимым при осуществлении экспериментов, в которых исследуемые факторы или величины заданы не индивидуальным, а статистическим образом. Но даже при индивидуальном задании, как правило, производят множество различных измерений, чтобы исключить возможные ошибки. В принципе статистическая обработка результатов эксперимента, в котором исследуемые величины заданы индивидуально, ничем не отличается от обработки данных наблюдения. Гораздо большие трудности возникают при анализе статистических экспериментов.

Во-вторых, результаты эксперимента, подвергшиеся статистической обработке, могут быть по-настоящему поняты и оценены только в рамках теоретических представлений соответствующей отрасли научного знания. При всей тонкости и сложности современных статистических методов с их помощью в лучшем случае может быть нащупана или угадана некоторая гипотеза о реальной взаимосвязи исследуемых факторов или величин. С помощью методов корреляционного анализа можно, например, оценить степень зависимости или соотношения одной величины от другой, но такой анализ не может раскрыть конкретную форму или тип функциональной связи между ними, т.е. закон, управляющий этими явлениями. Вот почему истолкование результатов экспериментального исследования приобретает такое важное значение для понимания и объяснения этих результатов.

При интерпретации данных эксперимента исследователь может встретиться с двумя альтернативами.

Во-первых, он может объяснить эти результаты в терминах уже известных теорий или гипотез. В этом случае его задача сводится к проверке или перепроверке наличного знания. Поскольку такая проверка состоит в сопоставлении утверждений, выражающих данные эксперимента, с выводами теории, то возникает необходимость в получении таких логических следствий из теории, которые допускают эмпирическую проверку. Это неизбежно связано с интерпретацией, по крайней мере, некоторых понятий и утверждений теории.

Во-вторых, в ряде случаев ученый не располагает готовой теорией или даже более или менее обоснованной гипотезой, с помощью которых он смог бы объяснить данные своего эксперимента. Иногда такого рода эксперименты даже противоречат тем теоретическим представлениям, которые господствуют в той или иной отрасли науки.

8.3 Измерения

Под измерением обычно понимают процесс нахождения отношения данной величины к другой однородной величине, принятой за единицу измерения. Результат измерения выражается некоторым числом, и благодаря этому становится возможным подвергнуть эти результаты математической обработке. Однако в отдельных случаях измерением называют всякий способ приписывания чисел изучаемым объектам и их свойствам в соответствии с некоторыми правилами. С таким взглядом чаще всего приходится встречаться в тех науках, где большей частью ограничиваются лишь сравнением исследуемых свойств по их интенсивности (эмпирическая социология, психология и другие гуманитарные науки).

Вот почему в точном естествознании не ограничиваются простым сравнением свойств в терминах «больше», «меньше» или «равно», а пытаются выразить их величину с помощью определенного числа. Но в этом случае приходится уже использовать специальную измерительную технику, чтобы выразить степень интенсивности исследуемого свойства не произвольно взятым, а точно определенным числом.

Из всего вышесказанного нетрудно понять, что измерение представляет довольно развитый этап количественного исследования явлений. Прежде чем люди научились измерять величины, они должны были уметь сравнивать различные свойства и их степени между собой, а еще раньше этого — овладеть техникой счета. Поэтому вряд ли целесообразно называть измерением всякий способ квантификации свойств и величин по степени их интенсивности. В действительности подобное сравнение представляет лишь один из этапов количественного анализа вообще и измерения в особенности.

Чтобы получить более полное представление об этом анализе необходимо предварительно познакомиться с теми видами понятий, которые служат основой последующего процесса измерения. С интересующей нас точки зрения все научные понятия могут быть разбиты на три больших класса: 1) классификационные, 2) сравнительные и 3) количественные.

Как показывает само их название, классификационные понятия отображают те или иные классы объектов или явлений. На базе таких понятий по существу и строятся различные научные классификации: растений — в ботанике, животных — в зоологии, минералов — в минералогии и т.д. Выделяя существенные признаки этих классов, классификационные понятия дают возможность отличать один класс от другого и поэтому, прежде всего, характеризуют их качественную природу. Вот почему они часто называются также качественными понятиями.

Но даже к таким понятиям возможно применить простейшие количественные методы анализа, в частности определить число элементов класса.

Сейчас всякий грамотный человек определяет количество элементов какого-либо класса вещей с помощью целых положительных, или натуральных чисел. Однако, как показывает история культуры, было время, когда люди не имели никакого представления об отвлеченных числах и тем не менее по-своему справлялись со счетом небольших совокупностей вещей. Операция счета по сути дела представляет процесс установления взаимно-однозначного соответствия между множеством сосчитываемых предметов и некоторым «эталонным» множеством.

Прежде чем измерять, надо научиться считать.

Следующим этапом количественного анализа исследуемых свойств является их сравнение по степени интенсивности проявления того или иного свойства в том или ином предмете. Именно в процессе такого сравнения и сформировались те понятия, посредством которых выражается отношение между различными предметами по некоторому присущему им свойству.

Обнаружение определенного порядка в степени возрастания или убывания какого-либо свойства дает возможность сравнивать степени его проявления с помощью

отношений «больше», «меньше» или «равно». Поэтому о таком свойстве мы с полным правом можем говорить как о величине, хотя нередко под величиной понимают только такие свойства, степень проявления которых можно выразить числом. Однако при таком подходе слишком сужается класс величин, с которыми фактически имеет дело наука.

Главная трудность, с которой приходится встречаться при измерении величин, состоит в том, чтобы найти соответствующие процедуры измерения и единицы для сравнения. Проще всего такие единицы и процедуры устанавливаются в науках, изучающих неорганическую природу. В науках о живой природе сделать это значительно трудней, а там, где приходится учитывать чувства, ощущения, мысли и мнения людей, измерение кажется в принципе невозможным.

Самое существенное отличие интенсивных величин от экстенсивных состоит в том, что они характеризуют не индивидуальные, а коллективные, статистические свойства объектов. Как известно, температура представляет статистическое свойство огромного числа хаотически движущихся молекул тела. Поэтому и величина, измеряющая это свойство, относится не к отдельной молекуле, а ко всей их совокупности в целом. Другими словами, если экстенсивное свойство относится к любому объекту некоторой однородной системы, то интенсивное не распределяется между составляющими ее объектами. Оно выражает характеристику целого коллектива. Это обстоятельство значительно затрудняет процесс измерения интенсивных величин.

В принципе любой процесс измерения состоит в установлении взаимно-однозначного соответствия между величиной и некоторым множеством чисел. Это соответствие описывается с помощью точных правил, которые называются правилами измерения. Чем сложнее величина, тем в большем количестве правил измерения мы нуждаемся. Действительно, если для измерения экстенсивных величин достаточно всего трех правил, то процедура измерения такой интенсивной величины, как температура, требует уже пяти правил.

Измерение способствует формированию количественных понятий, хотя сами эти понятия непосредственно не возникают из процесса измерения. В противоположность этому сторонники операционализма утверждают, что каждое количественное понятие определяется с помощью тех эмпирических процедур, которые служат для измерения соответствующих величин. Однако в таком случае пришлось бы вместо одного понятия длины, температуры, силы тока и других количественных понятий ввести столько различных понятий, сколько существует эмпирических процедур для измерения этих величин.

Вопросы самоконтроля

1. Пять операций эмпирического метода
2. Научное наблюдение
3. Интерсубъективность и объективность при наблюдении
4. Интерпретация данных наблюдения
5. Функции наблюдения в научном исследовании
6. Эксперимент как специальный метод эмпирического исследования
7. Структура и основные виды эксперимента
8. Планирование и построение эксперимента
9. Интерпретация результатов эксперимента
10. Измерения

Список литературы

Основная литература

1. Новиков, А.М. Методология научного исследования /А.М. Новиков, Д.А. Новиков. – М.: Либроком, 2009. – 280 с.

2. Новиков, Д.А. Методология управления / Д.А. Новиков. – М.: Либроком, 2011. – 128 с.

Дополнительная литература

1. Новиков, А.М. Методология / А.М. Новиков, Д.А. Новиков. – М.: Синтег, 2007. – 180 с.

Лекция 9

Гипотеза и индуктивные методы исследования

Решение любой научной проблемы включает выдвижение некоторых догадок, предположений, а чаще всего более или менее обоснованных гипотез, с помощью которых исследователь пытается объяснить факты, которые не укладываются в старые теории.

В разрешении противоречия между новыми фактами и старыми теоретическими представлениями важнейшая роль принадлежит гипотезе. Прежде чем будет построена новая теория, гипотеза должна объяснить факты, противоречащие старой теории, пока не будет заменена другой гипотезой или не станет законом.

Однако результаты эмпирического исследования и простейшие их обобщения составляют лишь начало научного познания. Эти результаты нуждаются в интерпретации и объяснении, что невозможно сделать без гипотез.

Важнейшая функция гипотез в опытных науках состоит в расширении и обобщении известного эмпирического материала. Результаты наблюдений и экспериментов всегда относятся к сравнительно небольшому числу явлений и событий, между тем как утверждения науки претендуют если не на универсальность, то на весьма большую общность. С помощью гипотезы мы стремимся расширить наше знание, экстраполируя найденную в результате непосредственного исследования конечного числа случаев закономерность на все число возможных случаев. В сравнительно простых ситуациях такое расширение знания достигается с помощью индукции.

Поэтому первоначальный этап исследования в опытных науках часто связывается с индуктивными методами построения гипотез.

На более зрелой стадии исследования и в наиболее развитых науках гипотезы представляют весьма сложный и длительный результат исследования, включающий в качестве важнейшего момента интуицию и исследовательский опыт ученого. Как правило, гипотезы здесь используются в качестве посылок дальнейших умозаключений.

Именно по проверяемым следствиям таких умозаключений делают вывод о правдоподобности самой гипотезы. Что касается поисков и даже выбора гипотезы, то тут нельзя указать никакой логической схемы или процедуры, с помощью которой можно было бы найти наиболее правильную или даже наивероятнейшую гипотезу.

Это, однако, не исключает необходимости предварительного обоснования гипотезы как с теоретической, так и с эмпирической или фактической стороны.

В этой главе анализируются две основные функции гипотезы:

- (1) роль гипотезы в обобщении и расширении опытного знания;
- (2) использование гипотезы в качестве посылки дедукции.

9.1. Гипотеза как форма научного познания

В самом широком смысле слова под гипотезой понимают всякое предположение, догадку или предсказание, основывающиеся либо на предшествующем знании, либо на новых фактах, но чаще всего — на том и другом одновременно.

В опытных науках гипотеза обязательно должна опираться на новые факты, на всё предшествующее теоретическое знание, в котором аккумулируется прежний эмпирический опыт. Гипотеза не просто регистрирует и суммирует известные старые и новые факты, а пытается дать им объяснение, в силу чего ее содержание значительно богаче тех данных, на которые она опирается.

Иногда гипотезой называют «любую попытку описать действительность в словах», причем отдельная гипотеза рассматривается в этом случае как «наименьшая из единиц описания». С такой точкой зрения вряд ли можно согласиться. Не говоря уже о неопределенности «описания действительности в словах», она не делает различий не только между гипотезой, законом и теорией, но даже между фактами, на которых строится сама гипотеза.

Логическая структура гипотезы.

Любая гипотеза, как уже отмечалось, строится на основе определенных фактов или знаний, которые называются ее посылками, данными или свидетельствами. Эти данные также представляют описание действительности, но их роль в познании существенно отлична от самой гипотезы: они в той или иной степени подтверждают гипотезу или, как мы покажем позже, делают ее более или менее вероятной.

С изменением данных меняется и степень подтверждения гипотезы. Новые наблюдения или специально поставленные опыты могут увеличить эту степень или даже совсем опровергнуть гипотезу. Поэтому нельзя говорить о подтверждении гипотезы, не указав тех фактов, на которые она опирается.

С логической точки зрения любая гипотеза представляет форму недедуктивного рассуждения, поскольку ее данные обеспечивают лишь вероятность заключения. Иначе говоря, этих данных явно недостаточно, чтобы сделать достоверное заключение. Именно с такой ситуацией мы постоянно встречаемся в опытных науках.

В отличие от нее частная, или статистическая, вероятность описывает определенные объективные отношения в реальном мире, а именно: она представляет некоторое число или фиксированное значение, к которому стремится (по вероятности) относительная частота массового случайного события при достаточно большом числе независимых испытаний.

Вероятность гипотезы непосредственно выражает логическое отношение между высказываниями. Эти высказывания отображают определенные связи реального мира, но само отношение между ними имеет логический характер. Пользуясь терминологией символической логики, можно сказать, что в то время как статистическая вероятность представляет объектную интерпретацию, вероятность гипотезы является метавысказыванием, т.е. утверждением о свойствах высказываний, характеризующих непосредственно те или иные соотношения реальных объектов. Другими словами, логическая вероятность представляет высказывание более высокого уровня абстракции.

И статистическая и логическая вероятности характеризуют меру возможности событий или высказываний (о событиях). Поэтому они охватываются категорией вероятности. Следует также иметь в виду, что формальная, или математическая, структура обоих типов вероятностей является в принципе одинаковой, хотя здесь и существуют некоторые несущественные различия.

Хотя такое противопоставление не во всем правильно, оно подчеркивает важный признак гипотезы. Данные, на которых она основывается, должны быть не только наблюдаемыми и известными, но и достаточно надежными, а в эмпирических науках не выходить за рамки опыта и наблюдения. Гипотеза же создается для того, чтобы объяснить факты уже известные и предсказать еще неизвестные.

Естественно поэтому, что по своему объему она должна быть шире имеющихся фактов, а по содержанию — глубже эмпирического знания, на которых строится.

Это различие проявляется в самой логической форме тех высказываний, с помощью которых формулируются гипотеза и ее данные. Хорошо известно, что начиная с

Аристотеля отличительный признак науки видели в том, что она имеет дело с общими, универсальными суждениями, тогда как эмпирические сведения выражаются с помощью частных и единичных утверждений. Отсюда легко может возникнуть искушение считать все научные гипотезы универсальными суждениями.

Гипотезы универсального характера свойственны науке на более высокой ступени развития, когда имеются основания предполагать, что исследуемая закономерность относится ко всем без исключения случаям. Однако, прежде чем придти к такому выводу, необходимо изучить множество частных случаев и сформулировать целый ряд гипотез частного характера. Среди них особого внимания заслуживает статистическая гипотеза, которая выражает анализируемые зависимости точным, количественным способом и поэтому представляет наиболее важный вид гипотез неуниверсального характера.

В логической структуре различие между гипотезами универсального и частного характера проявляется в использовании различных кванторов. Для универсальной гипотезы в логике применяется квантор всеобщности, или универсальности, а для частной — квантор существования, или экзистенциальный квантор. Именно поэтому в зарубежной литературе по методологии науки все частные гипотезы называются экзистенциальными.

Характер посылок гипотезы.

Рассмотрим логическую форму тех высказываний, которые представляют посылки гипотезы. Эти высказывания не могут быть такими же универсальными по характеру или просто более общими, чем сама гипотеза. Как уже отмечалось, посылки гипотезы должны служить в качестве ее подтверждения и, следовательно, допускать эмпирическую проверку.

Высказывания же универсального характера никогда не могут быть окончательно подтверждены с помощью любого опыта, так как на опыте мы можем проверить лишь конечное число случаев. Между тем высказывание универсальной формы относится ко всем потенциально возможным случаям вообще. Естественно поэтому, если мы хотим, чтобы гипотезы можно было проверять на опыте, то в качестве их посылок следует брать высказывания частного или даже единичного характера. Что касается самой природы высказываний, служащих посылками гипотезы, то здесь можно выявить две противоположные точки зрения. Сторонники первой утверждают, что данными, на которые опирается гипотеза, должны быть суждения о непосредственных чувственных восприятиях, ибо только они представляют достоверное знание. Все суждения о предметах внешнего мира частично проблематичны и поэтому имеют лишь вероятностный характер.

Гипотеза должна основываться на вполне надежном знании, которым, по мнению сторонников этой точки зрения, обладает лишь непосредственное чувственное восприятие. Противники подобной точки зрения справедливо указывают, что наука не может основываться только на непосредственных восприятиях. Результаты науки имеют всеобщее и объективное значение. Поэтому посылки, на которых строится гипотеза, должны быть высказываниями о конкретных процессах и явлениях внешнего мира. Хотя эти высказывания и не являются абсолютно достоверными, но они достаточно надежны для того, чтобы строить на них все наше теоретическое знание. Так же, как и гипотеза, сами данные, на которые она опирается, с развитием науки и практики нуждаются в исправлении и уточнении. В этом плане разница между ними имеет относительный характер, так как нередко приходится использовать в качестве посылок также гипотетические утверждения. Однако такие утверждения, как правило, стоят ближе к реальности и в большей степени подтверждаются фактами. Поиски каких-то абсолютно достоверных оснований для гипотез представляют бесплодное занятие.

Этапы формирования гипотезы. Гипотеза как форма развития научного знания проходит определенные этапы формирования, которые характеризуются степенью её подтверждения конкретными эмпирическими фактами и глубиной теоретического обоснования. Если взглянуть на гипотезу именно под этим углом зрения, то в ее

формировании можно выделить следующие этапы, которые нередко рассматриваются в качестве самостоятельных типов гипотез.

(1) Первоначально всякое предположение выступает в форме догадки. Обычно эта догадка так или иначе связывается с конкретными фактами, опытом или эмпирическими данными, которые и приводят чаще всего к догадке. Как правило, для догадки не хватает достаточного количества данных или же имеющиеся данные вызывают сомнение и требуют дальнейшего анализа. В еще большей степени догадка требует обоснования теоретическим знанием. Поскольку всякая гипотеза зависит как от количества и разнообразия фактов, так и от степени обоснования ее теоретическим знанием, то различают гипотезы эмпирически правдоподобные и теоретически правдоподобные.

(2) Эмпирические гипотезы обычно подтверждаются фактами, результатами наблюдений или экспериментов в какой-либо сравнительно небольшой области исследования.

(3) Теоретически правдоподобные гипотезы в отличие от эмпирических основываются на тех или иных теоретических принципах, идеях и законах или на других, более надежных и проверенных гипотезах. Нередко они представляют логическое следствие определенных принципов, законов и гипотез. Однако они недостаточно обосновываются фактами, опытными данными, поэтому и остаются теоретическими предположениями. Ярким примером такой теоретической гипотезы было предсказание радиоволн, сделанное английским физиком Дж. К. Максвеллом. Существование таких волн впоследствии было экспериментально доказано немецким физиком Г. Герцем.

(4) На теоретической стадии исследования обычно имеют дело не только с эмпирически хорошо подтвержденными, но и теоретически обоснованными гипотезами. В наиболее развитых науках (в астрономии, физике, химии и других) всякую вновь выдвигаемую гипотезу стремятся связать с имеющимися гипотезами, законами и принципами, а также твердо установленными экспериментальными фактами. Это гарантирует науку от случайных, скороспелых обобщений, непродуманных предположений, способствует корректировке имеющихся гипотез.

9.2. Гипотетико-дедуктивный метод

В процессе научного исследования гипотеза используется для двух целей: объяснить с ее помощью существующие факты и предсказать новые, неизвестные факты.

Это основная и наиболее известная функция гипотезы.

Задача исследователя в данном случае состоит в том, чтобы на основании имеющихся эмпирических фактов и существующих теоретических представлений оценить степень вероятности, или правдоподобия, гипотезы. Гипотеза выступает здесь в качестве заключения или результата некоторого вероятностного рассуждения.

Путем выведения из гипотезы различных следствий можно судить о ее теоретической и эмпирической пригодности.

Если окажется, например, что из гипотезы вытекают следствия, которые противоречат друг другу, то это свидетельствует о несостоятельности самой гипотезы.

Выведение эмпирически проверяемых следствий из гипотезы служит также важнейшим методом проверки ее соответствия действительности, т.е. ее истинности. Во всех этих и подобных им случаях гипотеза выступает уже в иной роли, а именно: в качестве исходной посылки некоторого правдоподобного, или гипотетического, рассуждения.

Гипотетические рассуждения

Гипотетическими называют рассуждения или умозаключения, которые делаются из некоторых гипотез или предположений. Посылками

такого рассуждения могут быть гипотезы в собственном смысле этого слова, т.е. суждения, которые могут оказаться как истинными, так и ложными. Нередко в качестве

посылок берутся суждения, противоречащие фактам или существующим мнениям. Термин «гипотеза» употребляется здесь в весьма широком смысле, обозначая любое предположение: в случае обычных гипотез истинное значение посылок остается неопределенным. Однако мы можем использовать в качестве посылок и суждения, заведомо противоречащие фактам и установившимся мнениям, и на этой основе делать некоторые логические выводы.

Связь между посылками и гипотезой в эмпирическом исследовании всегда имеет вероятностный характер, так как опыт дает нам сведения о конечном числе фактов и случаев, заключение же гипотезы чаще всего относится к бесконечному числу фактов или случаев. Наиболее типичные примеры таких рассуждений встречаются в индуктивных обобщениях.

В гипотетических рассуждениях значение посылок является или неизвестным или заведомо противоречит фактам. Само же рассуждение является типично дедуктивным.

Однако проблематический характер посылок делает заключение также проблематическим. Такого рода рассуждения имеют значение постольку, поскольку из их посылок по логическим правилам дедукции можно получать однозначные следствия и по ним судить о характере самих посылок.

В настоящее время гипотетико-дедуктивные рассуждения находят также применение в эвристике, дидактике, в теории обучения. Как своеобразный метод аргументации они используются при анализе мысленных экспериментов, планировании будущих действий и т.п. В этих разных по характеру ситуациях стремятся получить максимальное число дедуктивных следствий и соответственно с ними корректируют будущие действия. Но главной областью применения гипотетических рассуждений по-прежнему остаются естествознание и опытные науки.

Гипотетико-дедуктивный метод в классическом естествознании

Естествознание и опытные науки имеют дело прежде всего с данными наблюдений и результатами экспериментов. После соответствующей обработки опытных данных ученый стремится понять и объяснить их теоретически. Гипотеза и служит в качестве предварительного объяснения. Но для этого необходимо, чтобы следствия из гипотезы не противоречили опытным фактам. Поэтому логическая дедукция следствий из гипотезы служит закономерным этапом научного исследования.

В иных случаях такая дедукция не требует применения сколько-нибудь сложных и топких логических и математических методов исследования. Однако в таких развитых науках, как теоретическая физика, она представляет не менее трудную задачу, чем выдвижение и обоснование самих гипотез.

В зарубежной методологии науки нередко сам метод естествознания рассматривается как гипотетико-дедуктивный.

Это, конечно, преувеличение, ибо такой подход совершенно игнорирует роль индуктивных и статистических методов исследования. Рассматривая теоретические системы опытных наук как гипотетико-дедуктивные, многие зарубежные логики и философы по сути дела анализируют лишь готовые теории. Они не показывают тех путей и средств, с помощью которых ученый приходит к исходным посылкам своей теории, т.е. к гипотезам, принципам и законам.

Математическая гипотеза

По своей логической структуре математическая гипотеза представляет разновидность гипотетико-дедуктивного метода. Однако до сих пор мы рассматривали этот метод как способ организации опытного знания, т.е. объединения различных эмпирических обобщений, гипотез, законов и принципов в рамках гипотетико-дедуктивных систем. Кроме такой систематизирующей функции гипотетико-дедуктивный метод имеет и большое эвристическое значение. С особой силой эта роль проявляется в науках, широко использующих математические методы исследования и обработки данных.

Сущность математической гипотезы и область ее применения

Одной из наиболее распространенных форм выражения количественных зависимостей между различными величинами являются математические уравнения. Если мы попытаемся так или иначе изменить данное уравнение, то из него можно получить целый ряд новых следствий, которые могут оказаться или совпадающими с экспериментом, или противоречащими ему. По этим следствиям мы можем судить о правильности первоначального нашего предположения или гипотезы, сформулированной в виде некоторого уравнения. При этом, конечно, подразумевается, что исходное уравнение, которое затем подверглось изменению, описывает определенную зависимость между реальными величинами.

Из приведенных примеров видно, что проблематический момент в методе математической гипотезы состоит в том, что некоторую закономерность, выраженную в виде определенного математического уравнения, переносят с известной области явлений на неизвестную.

Всякий же перенос отношений, свойств или закономерностей с исследованной области явлений на другие, неизвестные явления представляет типичный случай неполной, или проблематической, индукции, посредством которой и происходит главным образом расширение знания в опытных науках. Не случайно поэтому математическую гипотезу называют также математической экстраполяцией.

Когда говорят об экстраполяции некоторой закономерности с помощью математической гипотезы, то всегда имеют в виду экстраполяцию определенной математической зависимости, выражается ли она с помощью формулы, уравнения или как-либо иначе. Поэтому кажется целесообразным так расширить понятие о математической гипотезе, чтобы оно охватывало любые типы отношений, которые изучаются в математике.

Наиболее подходящей для этой цели является концепция математической структуры, так как с современной точки зрения математику можно рассматривать «как скопление абстрактных форм — математических структур». Для характеристики таких структур важно, во-первых, указать одно или несколько отношений, в которых находятся ее элементы; во-вторых, точно сформулировать в аксиомах те требования, которым должны удовлетворять эти отношения. Конкретная природа самих элементов, специфический характер отношений, в которых они находятся, не существенны для математического исследования. С такой более общей точки зрения математическую гипотезу можно определить как экстраполяцию определенной математической структуры с изученной области явлений на новую, неизученную.

Таким образом, гипотеза о возможной математической структуре изучаемых явлений служит чрезвычайно ценным эвристическим средством в руках исследователя.

Она открывает возможность для целенаправленных поисков необходимой интерпретации, а затем и построения теории исследуемых явлений. На примере математической гипотезы можно показать, как существенно изменилась роль математики в современной науке вообще и в естествознании в особенности. Если раньше математические методы использовались преимущественно для обработки данных наблюдения и эксперимента, а затем установления функциональной связи между исследуемыми величинами процесса, то теперь ее абстрактные структуры нередко применяются для поисков конкретных естественнонаучных закономерностей. Другими словами, если раньше математика обеспечивала естествознание методами для количественной обработки изучаемых явлений и оформления его теорий, то теперь она помогает также находить закономерности, которыми управляются эти явления, и тем самым способствует построению его теорий.

Эта эвристическая функция современной математики особенно ярко проявляется в широком использовании аксиоматического метода и опирающихся на него математических структур. Если ученый убеждается в том, что исследуемые им отношения удовлетворяют аксиомам некоторой математической структуры, то он может сразу же

воспользоваться всеми теоремами, которые из них логически вытекают. Однако главная трудность здесь, как мы видели, состоит в том, чтобы верно угадать математическую структуру. Фактически исследователь очень редко располагает готовой интерпретацией имеющейся в его распоряжении математической структуры. Поэтому поиски как самой структуры, так и ее интерпретации ведутся по тем следствиям, которые вытекают из предполагаемых структур. Именно здесь и проявляется весьма важная роль математической гипотезы как эвристического средства исследования.

9.3. Требования, предъявляемые к научным гипотезам

Прежде чем гипотеза станет правдоподобным предположением, она обязана пройти стадию предварительной проверки и обоснования. Такое обоснование должно быть как теоретическим, так и эмпирическим, поскольку любая гипотеза в опытных науках опирается на все предшествующее знание и строится в соответствии с имеющимися фактами. Однако сами факты, или эмпирические данные, не определяют гипотезу: для объяснения одних и тех же фактов можно предложить множество различных гипотез. Чтобы отобрать из этого множества те гипотезы, которые ученый может подвергнуть дальнейшему анализу, необходимо наложить на них ряд требований, выполнение которых будет свидетельствовать о том, что они не являются чисто произвольными предположениями, а представляют научные гипотезы. Это, конечно, не означает, что такие гипотезы непременно окажутся истинными или даже очень вероятными. Окончательным критерием их истинности служит опыт, практика.

Но предварительная стадия обоснования необходима для того, чтобы отсеять заведомо неприемлемые, крайне маловероятные гипотезы.

Вопрос о критериях обоснования гипотез самым тесным образом связан с философской позицией ученых. Так, представители эмпиризма настаивают, чтобы всякая гипотеза опиралась на непосредственные данные опыта. Защитники рационализма склонны подчеркивать в первую очередь необходимость связи новой гипотезы с имеющимся теоретическим знанием (более ранние представители рационализма требовали согласия гипотезы с законами, или принципами, разума).

Эмпирическая проверяемость

Требование эмпирической проверяемости является одним из тех критериев, которые дают возможность исключать из опытных наук всякого рода спекулятивные предположения, незрелые обобщения, произвольные догадки. Но можно ли требовать непосредственной проверки любой гипотезы?

В науке редко бывает, чтобы любая гипотеза оказывалась непосредственно проверяемой данными опыта. От гипотезы до опытной проверки существует значительная дистанция: чем глубже по своему содержанию гипотеза, тем больше эта дистанция.

Гипотезы в науке, как правило, существуют не обособленно друг от друга, а объединены в определенную теоретическую систему. В такой системе встречаются гипотезы разного уровня общности и логической силы.

В связи с проблемой эмпирической проверяемости гипотез встает вопрос о тех критериях, которыми ученые должны руководствоваться при их оценке. Этот вопрос составляет часть более общего вопроса о критериях всех суждений науки вообще. Ранние позитивисты считали научными только те понятия, гипотезы и теории, которые сводятся непосредственно к данным чувственного опыта, причем сам чувственный опыт трактовался ими субъективно. Сторонники неопозитивизма, и прежде всего участники Венского кружка, в качестве такого критерия вначале выдвинули принцип верифицируемое, т.е. проверки утверждений, гипотез и теорий эмпирических наук на истинность. Однако на опыте мы можем верифицировать только единичные утверждения. Для науки же наиболее ценными и важными являются как раз утверждения общего характера, сформулированные в виде гипотез, обобщений, законов и принципов. Такого

рода утверждения не могут быть окончательно верифицированы, поскольку большинство из них охватывает бесконечное множество частных случаев. Поэтому принцип верифицируемости, выдвинутый неопозитивистами, подвергся критике не только со стороны представителей конкретных наук, но и многих философов. С резкой критикой этого принципа выступил Карл Поппер, предложивший вместо него критерий опровержимости или фальсифицируемости. «...Не верифицируемость, а фальсифицируемость системы должна быть взята, — писал он, — в качестве критерия демаркации научных гипотез и теорий от ненаучных».

Принципиальная возможность опровержимости гипотезы служит противовесом против догматизма, наталкивает мысль исследователя на поиски таких фактов и явлений, которые не подтверждают ту или иную гипотезу или теорию, тем самым устанавливает границы их применимости. В настоящее время большинство специалистов по методологии науки считает критерий подтверждения необходимым и достаточным, чтобы судить о научности гипотезы с точки зрения ее эмпирического обоснования.

Теоретическое обоснование гипотезы

Каждая гипотеза в науке возникает на основе имеющихся теоретических представлений и некоторых твердо установленных фактов. Сопоставление гипотезы с фактами составляет задачу ее эмпирического обоснования. Теоретическое обоснование связано с учетом и использованием всего накопленного предшествующего знания, которое имеет непосредственное отношение к гипотезе. В этом проявляется преемственность в развитии научного знания, его обогащение и расширение.

Прежде чем подвергнуть гипотезу эмпирической проверке, необходимо убедиться, что она является достаточно разумным предположением, а не скороспелой догадкой.

Одним из способов такой проверки служит теоретическое обоснование гипотезы. Наилучшим способом такого обоснования служит включение гипотезы в некоторую теоретическую систему. Если будет установлена логическая связь исследуемой гипотезы с гипотезами какой-либо теории, то тем самым будет продемонстрировано правдоподобие такой гипотезы. Как мы уже отмечали, в данном случае она будет подтверждаться не только непосредственно относящимися к ней эмпирическими данными, но и данными, подтверждающими другие гипотезы, логически связанные с исследуемой.

Логическое обоснование гипотезы

Требование логической состоятельности гипотезы сводится прежде всего к тому, чтобы гипотеза не была формально противоречивой, ибо в таком случае из нее следует как истинное, так и ложное утверждение и такую гипотезу невозможно подвергнуть эмпирической проверке. Для эмпирических наук не представляют какой-либо ценности и так называемые тавтологические высказывания, то есть высказывания, остающиеся истинными при любых значениях их компонентов. Эти высказывания хотя и играют существенную роль в современной формальной логике, но не расширяют нашего эмпирического знания и поэтому не могут выступать в роли гипотез в эмпирических науках.

Итак, гипотезы, выдвигаемые в опытных науках, должны избегать двух крайностей: во-первых, они не должны быть формально противоречивыми и, во-вторых, они обязаны расширять наше знание, и поэтому их скорее следует отнести к синтетическому, чем аналитическому знанию. Последнее требование нуждается, однако, в уточнении. Как уже отмечалось, наилучшее обоснование гипотезы состоит в том, чтобы она входила в рамки некоторой теоретической системы, т.е. могла бы быть логически выведена из совокупности некоторых других гипотез, законов и принципов теории, в состав которой ее пытаются включить. Однако это будет свидетельствовать скорее об аналитической природе рассматриваемой гипотезы, чем об ее синтетическом происхождении. Не возникает ли здесь логического противоречия? Скорее всего, не возникает, ибо требование синтетического характера гипотезы относится к эмпирическим данным, на которых она строится. Аналитический же характер гипотезы проявляется в ее отношении

к предшествующему, известному, готовому знанию. Гипотеза должна максимально учитывать весь относящийся к ней теоретический материал, который по сути дела представляет собой обработанный и аккумулированный прошлый опыт. Поэтому требования аналитичности и синтетичности гипотезы отнюдь не исключают друг друга, поскольку в них выражается необходимость теоретического и эмпирического обоснования гипотезы.

Информативность гипотезы

Понятие информативности гипотезы характеризует ее способность объяснить соответствующий круг явлений действительности. Чем шире этот круг, тем большей информативностью она обладает. Вначале гипотеза создается для объяснения некоторых фактов, которые не укладываются в существующие теоретические представления. Впоследствии она помогает объяснить другие факты, которые без нее было бы трудно или даже невозможно обнаружить.

Информативность гипотезы тесно связана с ее логической силой: из двух гипотез логически сильнее та, из которой дедуктивно следует другая. Например, из исходных принципов классической механики с помощью дополнительной информации можно логически вывести все остальные гипотезы, которые первоначально могли быть установлены независимо от них. Исходные принципы, аксиомы, основные законы любой научной дисциплины будут логически сильнее всех остальных ее гипотез, законов и утверждений, поскольку они служат посылками логического вывода в рамках соответствующей теоретической системы. Вот почему поиски таких принципов и гипотез составляют труднейшую часть научного исследования, которая не поддается логической формализации.

Предсказательная сила гипотезы

Предсказания новых фактов и явлений, которые вытекают из гипотезы, играют существенную роль в ее обосновании. Все сколько-нибудь важные гипотезы в науке ставят своей целью не только объяснить факты известные, но и предсказать новые факты. Галилей с помощью своей гипотезы смог не только объяснить особенности движения тел вблизи земной поверхности, но и предсказать, какова будет траектория тела, брошенного под некоторым углом к горизонту.

Во всех случаях, когда гипотеза позволяет объяснить и предсказать неизвестные, а порой и совершенно неожиданные явления, наше доверие к ней заметно возрастает.

Нередко для объяснения одних и тех же эмпирических фактов можно предложить несколько различных гипотез. Поскольку все эти гипотезы должны согласовываться с имеющимися данными, то возникает настоятельная необходимость выведения из них эмпирически проверяемых следствий. Такие следствия представляют не что иное, как предсказания, на основе которых обычно и элиминируют гипотезы, которым недостает необходимой общности. На самом деле, всякий случай предсказания, который противоречит действительности, служит опровержением гипотезы. С другой стороны, всякое новое подтверждение гипотезы увеличивает ее вероятность.

При этом, чем больше предсказанный случай отличается от случаев уже известных, тем больше возрастает правдоподобие гипотезы.

Предсказательная сила гипотезы в существенной степени зависит от ее логической силы: чем больше следствий можно вывести из гипотезы, тем большими возможностями предсказания она обладает. При этом предполагается, что такие следствия будут эмпирически проверяемыми. В противном случае мы лишаемся возможности судить о предсказаниях гипотезы. Поэтому обычно и вводят специальное требование, характеризующее предсказательную силу гипотезы, а не ограничиваются только ее информативностью.

Перечисленные требования являются основными, с которыми так или иначе должен считаться исследователь в процессе построения и формулирования гипотез.

Что же следует понимать под простотой гипотезы? Нередко простота теоретического знания отождествляется с привычностью его представления, возможностью использования наглядных образов. С этой точки зрения геоцентрическая гипотеза Птолемея будет проще гелиоцентрической гипотезы Коперника, так как она находится ближе к нашим повседневным представлениям: нам кажется, что движется Солнце, а не Земля. В действительности гипотеза Птолемея ложная. Для объяснения попятных движений планет Птолемей вынужден был настолько усложнить свою гипотезу, что впечатление об ее искусственности становилось все более очевидным.

9.4. Некоторые методологические и эвристические принципы построения гипотез

Существуют ли правила или общие принципы отбора наиболее вероятных, правдоподобных гипотез? Этот вопрос является дискуссионным. Рассмотрим две основные точки зрения по этому вопросу.

Гипотеза и индукция

В начальный период формирования экспериментальной науки возник, а затем получил широкое распространение взгляд, согласно которому гипотезы и законы науки формулируются посредством индуктивного обобщения эмпирических данных. Чтобы получить более ясное представление о возможностях применения этих методов, рассмотрим кратко основные каноны индуктивной логики, с помощью которых Бэкон и Милль считали возможным делать открытия в экспериментальных науках. Важнейшими из индуктивных канонов они считали методы сходства, различия и сопутствующих изменений. Остальные методы сводятся к перечисленным.

Метод сходства Милль считал преимущественно методом наблюдения, поскольку он позволяет выделить некоторый фактор, являющийся общим для всех исследуемых случаев. Этот общий фактор и будет причиной (или следствием) изучаемого явления, ибо фактор, отсутствующий в каком-либо из рассмотренных случаев, не может служить причиной (или следствием) этого явления.

Метод различия требует анализа по крайней мере двух случаев, которые отличаются друг от друга одним единственным фактором. При наличии этого фактора явление возникает, при отсутствии — исчезает. Этот фактор и будет причиной (или следствием) исследуемого явления. Например, чтобы установить причину замедленного падения в воздухе пера в сравнении с монетой, их помещают под колокол воздушного насоса. Выкачав воздух из колокола, обнаруживают, что в безвоздушном пространстве и перо и монета падают одновременно. Поскольку два рассмотренных случая отличаются только одним фактором (наличием или отсутствием воздуха), то этот единственный фактор — сопротивление воздуха — и будет причиной замедленного падения пера в первом случае. Таким образом, преимущество метода различия в сравнении с методом сходства заключается в том, что он дает возможность не только пассивно наблюдать явления, но и активно изменять условия их протекания, т.е. проводить целенаправленные исследования, ставить эксперименты.

Метод сопутствующих изменений используется для установления причинной зависимости таких явлений, которые нельзя обнаружить с помощью методов сходства и различия. Так, мы не можем найти причину возникновения приливов и отливов рек и морей по методу различия, так как ни в каком реальном эксперименте нельзя изолироваться от притяжения Луны и Солнца. Однако в этом и во многих других аналогичных случаях удается установить функциональную взаимосвязь между изменением двух или нескольких величин, встречающихся в исследуемом явлении. Обнаружение такой функциональной связи может служить доводом в пользу предположения, что указанные величины находятся в причинном отношении друг к другу.

Можно поэтому сказать, что вторая функция методов классической индукции состоит в том, что они дают возможность устанавливать простейшие гипотезы о зависимости

эмпирически наблюдаемых свойств предметов и явлений. Однако здесь наряду с элиминативной индукцией мы обращаемся также к индукции эnumerативной (т.е. индукции через перечисление частных случаев обобщения).

Эмпирические обобщения, гипотезы и законы, получаемые с помощью методов индукции, играют заметную роль на первоначальной стадии научного исследования, которая связана с анализом и обобщением информации, добытой с помощью эксперимента или систематических наблюдений.

Теоретическая стадия исследования связана с использованием таких гипотез и законов, в которые входят понятия или термины, не являющиеся непосредственным отображением эмпирически наблюдаемых свойств и отношений.

В зарубежной литературе такие понятия часто называют понятиями о ненаблюдаемых объектах. Так, например, для объяснения расширения тел при нагревании в свое время была предложена молекулярно-кинетическая гипотеза. Эмпирически наблюдаемое расширение тел при нагревании она объясняла увеличением скорости движения мельчайших частиц вещества — молекул, которые являются эмпирически ненаблюдаемыми объектами.

Одна из причин того, что теоретические гипотезы и законы не могут быть получены из данных опыта, состоит в том, что опыт дает нам знание только об эмпирически наблюдаемых свойствах и отношениях явлений. Формы же теоретического исследования, к которым принадлежит и гипотеза, стремятся обнаружить их глубокий внутренний механизм, раскрыть их сущность, которая хотя и выражается в явлениях, но не дана в них непосредственно. Для этого нет другого пути, кроме систематического выдвижения гипотез и последующей их проверки на опыте.

Взаимодействие различных факторов в процессе построения гипотез

В истории логики, как и в истории философии, долгое время господствовало мнение, что способы рассуждений или умозаключений ограничиваются исключительно дедукцией и индукцией. В разные времена, в зависимости от уровня развития науки и общего интеллектуального климата эпохи преобладала либо дедуктивистская, либо индуктивистская тенденция. Так, античная наука, не знавшая экспериментального исследования, почти целиком ориентировалась на дедукцию. Не случайно основы дедуктивной логики в форме силлогистики Аристотеля возникают именно в это время.

При построении гипотез чаще всего обращаются к таким логическим и эвристическим приемам исследования, как индукция и статистика, аналогия и интуиция, дедукция и конструкция. Не претендуя на исчерпывающее изложение этих вопросов, которые составляют предмет особого исследования, рассмотрим кратко наиболее существенные с интересующей нас точки зрения особенности этих методов.

Индуктивные и статистические методы

Всякое обобщение эмпирического материала, по крайней мере на предварительной стадии исследования, предполагает использование методов индукции. Часто эти методы представляются настолько простыми и привычными, что ученый может и не задумываться над ними. Действительно, чтобы прийти к некоторому обобщению, необходимо располагать определенным числом примеров, или частных случаев, которые подтверждают выдвинутое обобщение. Очевидно, что, чем больше будет найдено подтверждающих случаев обобщения, тем вероятнее будет само обобщение. Здесь мы встречаемся с типичным примером индукции через простое перечисление. Однако правдоподобность обобщения зависит не столько от простого числа случаев, сколько от того, как различаются эти случаи друг от друга. Если один случай не отличается от другого или отличается весьма незначительно, то он мало что прибавляет в обобщение. Наоборот, чем разнообразнее случаи обобщения, тем вероятнее само обобщение. Эта идея, как известно, лежит в основе элиминативной индукции, согласно которой правильная индуктивная гипотеза получается путем элиминации, или исключения, конкурирующих обобщений.

Это значит, что каждый элемент популяции с одинаковой вероятностью может стать элементом выборки. Если выборка будет репрезентативной, то распределение свойств в ней будет приблизительно такое же, как и в популяции. Так, по горсти зерна, взятой из мешка, мы можем судить о качестве зерна во всем мешке. В этом, как и в других случаях, мы исходим из существования некоторой однородности, или гомогенности, элементов популяции. Именно поэтому исследование небольшого числа ее элементов, представляющих выборку, достаточно для того, чтобы судить о всей популяции. Таким образом, число случаев подтверждения гипотезы играет важную роль только тогда, когда еще не выявлена их однородность в каком-либо существенном отношении. Другой важный момент, который следует учитывать при оценке вероятности гипотез, связан с возможностью их дедуктивной разработки.

Дедукция и конструкция гипотез

Как уже отмечалось, степень подтверждения отдельных, изолированных гипотез намного ниже тех гипотез, которые входят в некоторую гипотетико-дедуктивную систему. Индуктивные и статистические методы исследования в основном приспособлены для оценки степени вероятности отдельных эмпирических обобщений и гипотез. Когда наука или отдельная ее отрасль только что складывается или же еще не достигла той степени зрелости, при которой решающую роль приобретает построение теорий, тогда эти методы могут оказать значительную помощь при анализе и оценке отдельных утверждений, обобщений и гипотез.

В развитых же науках, где преобладают системы теорий, изолированные гипотезы встречаются крайне редко. Обычно любую такую гипотезу стремятся включить в состав некоторой теории. В результате этого она либо оказывается логическим следствием других гипотез, либо сама служит исходной посылкой для дальнейших выводов.

Гипотезы, получаемые с помощью дедукции из других логически более сильных гипотез или посылок теории, оказываются лучше обоснованными и с рациональной и с эмпирической точек зрения, хотя они могут быть известными и до их дедуктивного вывода. Так, например, принципы или гипотезы термодинамики были сформулированы задолго до создания классической статистической механики, из которой они впоследствии были логически выведены и тем самым теоретически объяснены. В еще большей мере это относится к эмпирическим гипотезам или законам, которые хотя и обобщают и описывают факты, но сами могут быть поняты только на основе более широких теоретических гипотез и законов. Так, все эмпирически найденные зависимости между физическими свойствами газов (давлением, объемом и температурой, которые известны в физике как законы Бойля, Гей-Люссака и Шарля) получили свое объяснение только после создания кинетической теории газов.

Вполне понятно, что как построение новых понятий, так и выдвижение более сильных гипотез не есть чисто логический процесс. Оно требует творчества и изобретательности, использования аналогий и других эвристических средств. В науке нередко все эти способы и средства относят к интуиции. Не претендуя здесь на решение весьма трудных, опорных и малоисследованных вопросов этой проблемы, остановимся на выяснении роли интуиции и логики в процессе выдвижения и построения гипотез.

С логической точки зрения разработка гипотез предполагает установление их непротиворечивости, сопоставление с другими гипотезами, а самое главное — с дедукцией следствий, которые можно проверить на опыте. Без такой дедукции все наши гипотезы в эмпирических науках будут в лучшем случае интуитивными догадками.

9.5. Методы проверки и подтверждения гипотез

В научном исследовании смелость в выдвижении гипотез должна сочетаться с тщательностью и строгостью их проверки. Обсуждая критерий проверяемости, мы уже отметили ряд трудностей, которые встречаются при испытании гипотез. Здесь мы

коснемся более подробно некоторых проблем, связанных с проверкой и подтверждением гипотез.

Проблема проверки гипотез

Эмпирическая проверка гипотез в конечном итоге сводится к проверке тех следствий, которые из них вытекают, непосредственно с помощью результатов наблюдений или специально поставленных экспериментов. Такие следствия обычно выражаются в форме условных утверждений, т.е. утверждений, в которых перечисляются те требования, выполнение которых необходимо для появления того или иного события.

Если результат проверки некоторой основной и вспомогательных гипотез оказывается отрицательным, то точными логико-математическими средствами можно доказать, что в этом случае ложна либо основная гипотеза, либо одна или несколько, или даже все вспомогательные гипотезы. Установить это можно только в процессе дальнейшего исследования.

Указанные выше соображения имеют существенное значение для оценки роли так называемого решающего эксперимента. В науке нередко приходится иметь дело с конкурирующими гипотезами, которые опираются на одни и те же эмпирические данные и объясняют одни и те же явления. В таком случае, если бы нам удалось осуществить эксперимент, результаты которого опровергали одну из гипотез, другая из них могла претендовать на истинность. Но, как уже отмечалось, каждая из достаточно глубоких научных гипотез обычно связана с целым рядом вспомогательных предположений или гипотез. Поэтому отрицательный результат эксперимента может свидетельствовать не о ложности самой исходной гипотезы, а какого-либо вспомогательного предположения.

Если нам удастся исправить или модифицировать ошибочное вспомогательное предположение, то эксперимент может подтвердить основную гипотезу. Это означает, что эксперимент, окончательно опровергающий одну из конкурирующих гипотез и подтверждающий другую, осуществить крайне трудно, если не невозможно.

Проблемы подтверждения и опровержения гипотез

При решении проблем подтверждения и опровержения гипотез необходимо учитывать, идет ли речь об отдельной, изолированной гипотезе или же о некоторой их системе.

Игнорирование этого обстоятельства и неконкретный подход к вопросу чаще всего и порождает крайние, односторонние попытки решения проблемы.

Степень вероятности гипотезы существенным образом зависит от тех посылок, которые служат для ее подтверждения.

С изменением посылок, получением новой информации меняется и вероятность гипотезы. Что касается численной оценки вероятности гипотез, то здесь мнения ученых расходятся. Большинство из них склоняется к мысли, что возможна лишь сравнительная оценка степени подтверждения гипотез. Иными словами, гипотезы можно лишь сравнивать в терминах «больше подтверждается», «одинаково подтверждается» или «меньше подтверждается». Учитывая, что эмпирические данные, на которые опираются разные гипотезы, могут оказаться различными, даже такое сравнение не всегда осуществимо.

Другие исследователи, как, например, Р. Карнап и его последователи, верят в возможность построения вероятностной логики, с помощью которой можно охарактеризовать степень подтверждения точным числом.

По-видимому, все же наиболее перспективными являются попытки создания сравнительной вероятностной логики, на чем так настаивал более осторожный Кейнс.

Как бы ни расходились мнения относительно оценки степени вероятности гипотез, тем не менее совершенно ясно, что методы вероятностной логики приспособлены главным образом для анализа подтверждения отдельных, логически между собой не связанных гипотез. В реальной науке такого рода гипотезы встречаются только тогда, когда мы имеем дело с эмпирической проверкой той или иной теории, но даже здесь приходится

учитывать взаимовлияние гипотез друг на друга. Действительно, если гипотеза H_1 влечет гипотезу H_2 , тогда подтверждение последней служит косвенным свидетельством первой. Именно так связаны друг с другом гипотезы в рамках гипотетико-дедуктивной системы. Поэтому по подтверждению эмпирически проверяемых гипотез можно косвенно судить о подтверждении гипотез, которые нельзя проверить непосредственно на опыте. Примеры подобного рода мы уже обсуждали.

Вопросы самоконтроля

1. Функции гипотезы
2. Логическая структура гипотезы
3. Характер посылок гипотезы
4. Этапы формирования гипотезы
5. Гипотетические рассуждения
6. Сущность математической гипотезы
7. Требования, предъявляемые к научным гипотезам
8. Гипотеза и индукция
9. Взаимодействие различных факторов в процессе построения гипотезы
10. Методы проверки и подтверждения гипотезы

Список литературы

Основная литература

1. Новиков, А.М. Методология научного исследования /А.М. Новиков, Д.А. Новиков. – М.: Либроком, 2009. – 280 с.
2. Новиков, Д.А. Методология управления / Д.А. Новиков. – М.: Либроком, 2011. – 128 с.

Дополнительная литература

1. Новиков, А.М. Методология /А.М. Новиков, Д.А. Новиков. – М.: Синтег, 2007. – 180 с.

Лекция 10

Законы и их роль в научном исследовании

Открытие и формулировка законов составляет важнейшую цель научного исследования: именно с помощью законов выражаются существенные связи и отношения предметов и явлений объективного мира.

Все предметы и явления реального мира находятся в вечном процессе изменения и движения. Там, где на поверхности эти изменения кажутся случайными, не связанными друг с другом, наука вскрывает глубокие, внутренние связи, в которых отражаются устойчивые, повторяющиеся, инвариантные отношения между явлениями.

Опираясь на законы, наука получает возможность не только объяснять существующие факты и события, но и предсказывать новые. Без этого немислима сознательная, целенаправленная практическая деятельность.

Путь к закону лежит через гипотезу. Действительно, чтобы установить существенные связи между явлениями, мало одних наблюдений и экспериментов. С их помощью мы

можем обнаружить лишь зависимости между эмпирически наблюдаемыми свойствами и характеристиками явлений. Таким путем могут быть открыты только сравнительно простые, так называемые эмпирические законы.

Более глубокие научные или теоретические законы относятся к ненаблюдаемым объектам. Такие законы содержат в своем составе понятия, которые нельзя ни непосредственно получить из опыта, ни проверить на опыте. Поэтому открытие теоретических законов неизбежно связано с обращением к гипотезе, с помощью которой пытаются нащупать искомую закономерность. Перебрав множество различных гипотез, ученый может найти такую, которая хорошо подтверждается всеми известными ему фактами. Поэтому в самой предварительной форме закон можно охарактеризовать как хорошо подтвержденную гипотезу.

В своих поисках закона исследователь руководствуется определенной стратегией. Он стремится найти такую теоретическую схему или идеализированную ситуацию, с помощью которой он смог бы в чистом виде представить найденную им закономерность. Иными словами, чтобы сформулировать закон науки, необходимо абстрагироваться от всех несущественных связей и отношений изучаемой объективной действительности и выделить лишь связи существенные, повторяющиеся, необходимые.

Процесс постижения закона, как и процесс познания в целом, идет от истин неполных, относительных, ограниченных к истинам все более полным, конкретным, абсолютным. Это означает, что в процессе научного познания ученые выделяют все более глубокие и существенные связи реальной действительности.

Второй существенный момент, который связан с пониманием законов науки, относится к определению их места в общей системе теоретического знания. Законы составляют ядро любой научной теории. Правильно понять роль и значение закона можно лишь в рамках определенной научной теории или системы, где ясно видна логическая связь между различными законами, их применение в построении дальнейших выводов теории, характер связи с эмпирическими данными. Как правило, всякий вновь открытый закон ученые стремятся включить в некоторую систему теоретического знания, связать его с другими, известными уже законами. Это заставляет исследователя постоянно анализировать законы в контексте более широкой теоретической системы.

10.1. Логико-гносеологический анализ понятия «научный закон»

Выяснив объективное содержание категории закона, необходимо ближе и конкретнее рассмотреть содержание и форму самого понятия «научный закон». Предварительно мы определили научный закон как хорошо подтвержденную гипотезу. Но не всякая хорошо подтвержденная гипотеза служит законом. Подчеркивая тесную связь гипотезы с законом, мы хотим прежде всего указать на решающую роль гипотезы в поисках и открытии законов науки.

В опытных науках не существует другого пути открытия законов, кроме постоянного выдвижения и проверки гипотез. В процессе научного исследования гипотезы, противоречащие эмпирическим данным, отбрасываются, а те, которые обладают меньшей степенью подтверждения, заменяются гипотезами, имеющими более высокую степень. При этом увеличение степени подтверждения в значительной мере зависит от того, может ли гипотеза быть включена в систему теоретического знания. Тогда о надежности гипотезы можно судить не только по тем эмпирически проверяемым следствиям, которые из нее непосредственно вытекают, но и по следствиям других гипотез, которые в рамках теории логически с ней связаны.

Такое уточнение является конкретизацией общего понятия закона в отношении к тем наукам, законы которых могут быть выражены на языке математики.

Обратимся теперь к анализу логической структуры высказываний, выражающих законы науки. Первой, чаще всего бросающейся в глаза особенностью законов является их

общность, или универсальность, в каком-либо отношении. Эта черта ясно видна при сопоставлении законов с фактами. В то время как факты являются единичными утверждениями об отдельных вещах и их свойствах, законы характеризуют устойчивые, повторяющиеся, общие отношения между вещами и их свойствами.

В простейших случаях закон представляет обобщение эмпирически наблюдаемых фактов и поэтому может быть получен индуктивным путем. Но так обстоит дело только с эмпирическими законами. Более сложные, теоретические законы возникают, как правило, из гипотез. Поэтому наиболее очевидным условием, чтобы гипотеза стала законом, является требование, чтобы эта гипотеза была хорошо подтверждена фактами. Однако хорошо подтвержденная гипотеза не обязательно выражает закон. Она может представлять и предсказание какого-либо отдельного явления или события и даже какого-то нового факта. Вот почему необходимо внимательнее рассмотреть логическую форму тех высказываний, которые называют законами науки.

Первый критерий, который относится скорее к количественной характеристике высказываний, дает нам возможность отличать законы от фактов. Как мы уже отмечали, факты всегда выражаются с помощью единичных утверждений, законы же формулируются с помощью общих высказываний. В каком же смысле можно говорить об общности, или универсальности, высказываний? В науке выделяют, по крайней мере, три таких смысла, когда говорят о высказываниях, выражающих ее законы.

Во-первых, общность, или универсальность, может относиться к понятиям или терминам, встречающимся в высказывании о законе. Такую общность называют концептуальной или понятийной. Если все понятия, входящие в формулировку закона, являются общими, или универсальными, то и сам закон считается универсальным. Эта особенность присуща наиболее общим, универсальным и фундаментальным законам. К числу таких законов следует отнести в первую очередь законы материалистической диалектики. Наряду с ними фундаментальными считают и многие законы природы, такие, как закон всемирного тяготения, сохранения энергии, заряда и другие.

Строго универсальными и фундаментальными кроме законов материалистической диалектики являются лишь некоторые законы физики и химии, в которых отображаются наиболее общие свойства материи. И все же признак общности, универсальности в каком-либо отношении представляет характерную черту всех законов.

В противном случае нельзя было бы даже говорить о законе как существенной, устойчивой, повторяющейся связи свойств и отношений реального мира. Эта общность может выражаться по-разному, начиная от законов, имеющих строго универсальный или почти универсальный характер, и кончая законами, относящимися к довольно узкой области явлений. Но какова бы ни была эта общность, тенденция к универсализации законов достаточно ясно прослеживается в философской литературе и она помогает нам понять природу современной науки.

В связи с этим вполне целесообразно разделить законы на фундаментальные и производные. Фундаментальные законы должны удовлетворять требованию концептуальной универсальности: они не должны содержать никаких частных, индивидуальных терминов и констант, ибо иначе не смогут служить в качестве посылок для выводов.

Производные законы можно вывести из фундаментальных вместе с необходимой для этого дополнительной информацией, содержащей характеристику параметров системы или процесса. Так, например, законы Кеплера можно логически вывести из закона всемирного тяготения и основных законов классической механики вместе с необходимой для этого эмпирической информацией о массах, расстояниях, периодах обращения планет и другими характеристиками.

В связи с этим кажется целесообразным различать законы универсальные в пространстве и времени, региональные и индивидуальные. К универсальным будут относиться законы физики и химии, имеющие фундаментальный характер. К

региональным можно отнести многие законы биологии, психологии, социологии и других наук. Такие законы выполняются лишь в более или менее ограниченных областях (регионах) пространства-времени.

Наконец, индивидуальные законы отображают функционирование и развитие какого-либо фиксированного в пространстве объекта с течением времени. Так, законы геологии выражают существенные отношения процессов, происходящих на Земле. Даже многие законы физики и химии, не говоря уже о биологии, по сути дела, связаны с изучением процессов, происходящих на Земле. И хотя современная наука раскрыла немало тайн Вселенной, все же в значительной мере, как указывает Ф. Энгельс, «вся наша официальная физика, химия, биология исключительно геоцентричны, рассчитаны только для Земли».

Третий смысл понятия универсальности закона связан с возможностью квантификации суждения, выражающего закон. Строго универсальные или фундаментальные законы, справедливые для всех частных случаев их проявления, логически можно выразить с помощью высказываний с универсальным квантором. Все производные и региональные законы, которые действительны лишь для определенного числа случаев, представляются в форме высказываний с экзистенциальным квантором, или квантором существования. При этом для символической логики совершенно безразлично, идет ли речь об одном или нескольких и даже почти всех случаях закона.

Экзистенциальный квантор постулирует возможность, что существует по крайней мере один случай, для которого выполняется закон. Но такой абстрактный подход неадекватно отражает положение дел в эмпирических науках, где высказывания, справедливые для большинства или почти всех случаев, часто рассматриваются как подлинные законы. Мы не говорим уже о статистических законах, которые относятся только к определенному проценту случаев. Что касается самой логической структуры высказываний, выражающих законы науки, то вслед за Б. Расселом многие специалисты по логике и методологии науки представляют ее в виде общей импликации.

Представление высказываний, выражающих законы в форме условного утверждения или, точнее, материальной импликации, обладает рядом преимуществ. Во-первых, условная форма утверждений ясно показывает, что в отличие от простого описания реализация закона связана с выполнением определенных требований. Если имеются соответствующие условия, то закон реализуется.

Во-вторых, когда закон представлен в форме импликации высказываний, то в нем совершенно точно можно указать необходимые и достаточные условия реализации закона. Так, для того чтобы тело расширилось, достаточно нагреть его. Таким образом, первая часть импликации, или ее антецедент Ax служит достаточным условием для реализации ее второй части, или консеквента Bx .

В-третьих, условная форма высказываний, выражающих законы науки, подчеркивает важность конкретного анализа необходимых и достаточных условий реализации закона.

Возможность представления законов науки в форме импликации высказываний отнюдь не означает того, что все импликации выражают законы. Существует бесчисленное множество универсальных условных высказываний, которые могут быть представлены как импликации, тем не менее не являющихся законами. Вся трудность возникающей здесь проблемы состоит в том, чтобы найти критерии, с помощью которых можно было бы отличать подлинные законы от универсальных высказываний случайного типа.

В отличие от высказываний, выражающих законы науки, из универсальных высказываний случайного характера нельзя вывести обоснованные условные контрафактические утверждения. Так, например, из высказывания: «Все монеты в моем кармане — медные» — вовсе не следует утверждение: «Если бы эта монета лежала в моем кармане, то она была бы медной». Между веществом монеты и местом ее нахождения не

существует необходимой связи. Вот почему универсальные высказывания, отличные от законов, обычно характеризуют как случайные.

Необходимый характер реальных связей и отношений, отображаемых в законах науки, в конечном итоге обуславливает отличие законов от случайных универсальных высказываний.

следующий способ для отличия законов науки от универсальных высказываний случайного характера.

Во-первых, он делит все высказывания на два класса:

1) утверждения, имеющие форму основного закона, или комическую форму, и 2) утверждения, не обладающие такой формой. Различие между ними может быть установлено чисто логическими методами, исключительно на основе анализа формы утверждений. Чтобы стать подлинным законом, высказывание, кроме номической формы, должно быть еще истинным. Поэтому Карнап определяет «основной закон природы как утверждение, имеющее номическую форму и в то же время истинное».

Во-вторых, он предлагает называть каузально истинным любое утверждение, которое представляет логическое следствие класса всех основных законов. Если это утверждение является универсальным по форме, то оно будет законом, либо основным, либо производным. С этой точки зрения, различие между производными законами и универсальными высказываниями случайного характера будет сводиться к тому, что первые представляют логическое следствие основных законов, вторые — нет.

Существенный недостаток многих исследований, посвященных проблеме закона, состоит в том, что они сосредоточивают все внимание почти исключительно на анализе логической структуры высказываний, выражающих законы. Между тем для определения закона и его роли в науке не менее важными являются его гносеологический анализ и та методологическая функция, которую он осуществляет в общей системе научного знания.

В методологическом отношении важнейшее требование, предъявляемое к гипотезе, чтобы она стала законом, состоит в возможности ее отнесения к некоторой теории. Этот признак позволяет отличать обобщения, которые делаются в обыденном познании и даже на эмпирической стадии исследования, от подлинных законов науки. По своей логической форме эмпирические обобщения представляют универсальные высказывания, но их надежность и познавательная ценность сравнительно невелики, ибо они остаются обособленными, изолированными утверждениями.

Другое дело — законы науки. В развитых науках законы объединяются в единое целое в рамках определенной теории, представляющей систему взаимосвязанных принципов, законов и гипотез. Благодаря логической связи между отдельными компонентами теории становится возможным выводить производные законы из основных, а эмпирические — из теоретических.

Важность рассматриваемого требования станет ясной, если учесть, что включение хорошо подтвержденной гипотезы в рамки некоторой научной теории еще в большей мере повышает ее надежность. Если гипотеза войдет в состав теории, тогда о ее подтверждении, как мы уже отмечали, можно будет судить не только по непосредственно относящимся к ней фактам, но и фактам, подтверждающим другие утверждения теории, логически связанным с гипотезой.

Законы науки вместе с другими принципами, утверждениями и гипотезами представляют определенную систему, построенную на основе некоторой иерархии, согласно которой менее общие по форме и логически более слабые по содержанию законы выводятся из законов более общих и логически более сильных. На эмпирической стадии исследования выявляются отдельные обобщения и открываются эмпирические законы. Однако процесс исследования на этом, естественно, не останавливается.

Отдельные, в первое время кажущиеся изолированными эмпирические законы стараются вывести из теоретических, а менее общие — из более общих. Именно в этих целях и становится необходимым обращение к научной теории, в рамках которой, строго

говоря, и оказывается возможным осуществить логическую дедукцию одних законов из других вместе с необходимой для этого дополнительной информацией.

10.2. Эмпирические и теоретические законы

Классификация научных законов может производиться по самым различным признакам или, как принято говорить в логике, основаниям деления. Наиболее естественной кажется классификация по тем областям действительности, к которым относятся соответствующие законы. В естествознании такими областями являются отдельные формы движения материи или ряд связанных между собой форм. Так, например, механика исследует законы движения тел под воздействием сил, физика — закономерности молекулярно-кинетических, электромагнитных, внутриатомных и других процессов, которые в совокупности и составляют физическую форму движения материи. Биология занимается изучением специфических законов органической жизни. Биофизика исследует закономерности физических процессов в живых организмах, а биохимия — химические особенности этих процессов. Социальные или гуманитарные науки изучают закономерности тех или иных сторон или явлений развития общества.

Классификация законов по формам движения материи по сути дела совпадает с общей классификацией наук. И хотя она весьма существенна как отправной пункт анализа, но нуждается в дополнении классификациями, выделяющими те или иные гносеологические, методологические и логические особенности и признаки научных законов.

Из других классификаций наиболее важными нам представляются классификации по уровню абстрактности понятий, используемых в законах, и по типу самих законов.

Первая из них основана на делении законов на эмпирические и теоретические. Эмпирическими законами принято называть законы, которые подтверждаются наблюдениями или специально поставленными экспериментами.

Большинство наших повседневных наблюдений приводит нас к индуктивным обобщениям, которые во многом аналогичны эмпирическим законам науки. Так же как и последние, эти обобщения относятся к таким свойствам, которые можно воспринимать с помощью органов чувств. Однако эмпирические законы науки являются гораздо более надежными, чем простые обобщения повседневного опыта. Это объясняется тем, что законы чаще всего устанавливаются с помощью экспериментов и с использованием специальной измерительной техники, благодаря чему обеспечивается значительно большая точность при их формулировке. На развитой стадии науки отдельные эмпирические законы связываются в единую систему в рамках теории, а самое важное — они могут быть логически выведены из более общих теоретических законов.

Нередко в литературе по методологии науки существенное отличие эмпирических законов от теоретических сводят обычно к отличию между объектами наблюдаемыми и ненаблюдаемыми, такими, как молекулы, атомы и т.п. частицы. Такой взгляд имеет определенные основания, в частности в физике, где при характеристике теоретических законов обращаются к терминам, которые относятся к ненаблюдаемым объектам. Но фактически все теоретические понятия — идет ли речь о понятиях математики, естествознания или социальных наук — отображают ненаблюдаемые в реальной действительности объекты. На самом деле, ни понятие прямой в геометрии, ни математического маятника в механике, ни силы тока в физике, ни понятие стоимости в политической экономии нельзя созерцать чувственно. В лучшем случае мы можем наблюдать некоторые проявления свойств, фиксируемых в указанных понятиях. Так, о силе тока мы судим по показаниям амперметра, стоимость товаров обнаруживается при обмене и т.д. Все это свидетельствует о том, что отличие теоретических законов от эмпирических проявляется прежде всего в характере тех методов, которые используются для их открытия.

Эмпирические законы, как показывает само их название, обнаруживаются на опытной, эмпирической стадии исследования. В этих целях наряду с наблюдением и экспериментом обращаются, конечно, и к теоретическим методам, таким, как индукция и вероятность, вместе с соответствующей математической техникой.

Теоретические законы никогда не могут быть открыты с помощью индуктивного обобщения частных фактов и даже существующих эмпирических законов. Причина этого состоит в том, что они имеют дело не с чувственно воспринимаемыми свойствами вещей и явлений, а с глубокими внутренними механизмами процессов. Здесь мы должны внести уточнение в прежнюю формулировку, где различие между теоретическими и эмпирическими законами сводилось к различию методов, используемых для открытия законов. Фактически, при более глубоком анализе оказывается, что само это различие имеет свои объективные основания в степени проникновения в сущность исследуемых процессов. Поэтому соотношение между теоретическими и эмпирическими законами можно рассматривать как выражение отношения между сущностью и явлением.

Теоретические законы проявляются через эмпирические, с их помощью они получают свое подтверждение и эмпирическое обоснование. В свою очередь эмпирические законы могут быть объяснены и поняты только на основе теоретических. Такое объяснение очень часто сводится к логической дедукции эмпирического закона из теоретического вместе с необходимой для этого дополнительной информацией. Все это дает нам основание утверждать, что теоретический закон по отношению к эмпирическому выступает как сущность к явлению. Такое же отношение существует и между эмпирическим законом и теми фактами, которые он систематизирует и объясняет.

Возникает вопрос: в какой связи находятся сущности, выражаемые с помощью эмпирического и теоретического законов? Характеристика закона как отражения «существенного в движении универсума» поможет нам разобраться в этой связи, а также в гносеологическом отличии эмпирических законов от теоретических.

По отношению к отдельным, конкретным, частным фактам и эмпирические и теоретические законы выступают как сущности явлений. Однако сущность, выражаемая в теоретическом законе, имеет более глубокий характер, ибо по отношению к частным фактам она представляет сущность второго порядка, в то время как эмпирические законы выступают для них сущностью первого порядка.

Поскольку теоретический закон по отношению к эмпирическому выступает, как сущность к явлению, то его открытие не может быть достигнуто на эмпирической стадии исследования. Какое бы количество эмпирической информации мы ни имели, в том числе и информации, сконденсированной в эмпирических законах, непосредственно с их помощью мы не можем открыть теоретический закон. Для этого необходим скачок от эмпирии к теории. Ученый строит догадки, делает предположения, выдвигает гипотезы и тщательно проверяет их на опыте, пока не придет к установлению закона.

Не существует никакого чисто логического пути от фактов к закону. И это вполне понятно, ибо «если бы форма проявления и сущность вещей непосредственно совпадали, то всякая наука была бы излишня...». Но без эмпирической информации невозможно было бы проверить как эмпирические, так и теоретические законы.

Связь эмпирических законов с фактами довольно ясна: по сути дела эти законы систематизируют и объясняют факты. Подобным же образом теоретические законы связывают в единое целое эмпирические законы и объясняют их. Такое объяснение принимает форму вывода эмпирических законов из теоретических. Конечно, непосредственно вывести эмпирический закон из теоретического невозможно, так как эмпирические понятия, или термины, не встречаются при формулировке теоретических законов, ибо последние имеют дело с ненаблюдаемыми, абстрактными объектами, свойствами и величинами. Эмпирические же законы выражают связи между наблюдаемыми, конкретными предметами, свойствами и величинами. По этой же причине теоретические понятия, или термины, в принципе не могут быть определены или сведены

к эмпирическим. Вот почему оказались бесплодными усилия позитивистов Венского кружка перестроить всю науку с помощью редукции всех теоретических понятий и законов к эмпирическим терминам и законам.

В каком же смысле мы можем тогда говорить о выводе эмпирических законов из теоретических? Для такого вывода необходимо прежде всего установить связь между теоретическими и эмпирическими терминами. Поскольку теоретический термин нельзя определить с помощью эмпирического, то речь может идти только об установлении определенного соответствия между ними.

Между тем в литературе по методологии и логике науки нередко можно встретить утверждения о возможности операционального определения теоретических понятий (П. Бриджмен) или установления «соотносительных определений» (Г. Рейхенбах). В действительности же ни о каком определении теоретических понятий с помощью эмпирических говорить здесь не приходится. Пожалуй, ближе всего связь между теоретическими и эмпирическими терминами может быть пояснена с помощью представлений о словаре и интерпретации. В самом деле, когда мы истолковываем среднекинетическую энергию молекул газа как его температуру, то по сути дела переводим или интерпретируем эмпирически ненаблюдаемый термин — кинетическую энергию молекул — посредством эмпирического термина — температуры. Температура тела может не только восприниматься на ощупь, но и точно измерена. А это имеет немаловажное значение для определения тех параметров, которые встречаются в уравнениях, связывающих между собой величины, относящиеся к ненаблюдаемым объектам. В противном случае мы не имели бы никакой возможности проверить теоретические законы.

Соотношение между теоретическими и эмпирическими законами во многом аналогично отношению между абстрактными геометрическими системами и интерпретированными, или конкретными, геометриями. Изучая геометрию Евклида в школе, мы обычно связываем с такими ее основными понятиями, как «точка», «прямая» и «плоскость», определенные пространственные представления. Так, точку можно представлять в виде крохотного пятнышка на бумаге, прямую линию — как путь светового луча в пустоте или же тонкую натянутую нить, плоскость — как идеально ровную поверхность. Все эти образы представляют лишь интерпретации основных понятий геометрии, но отнюдь не их определения. С равным успехом мы могли бы избрать в качестве таких интерпретаций объекты совершенно другого рода: например, точку определить с помощью трех действительных чисел, прямую — с помощью линейного уравнения и т.д. Важно, чтобы свойства рассматриваемых объектов удовлетворяли соответствующим аксиомам геометрии. Вот почему в абстрактной геометрии хотя и пользуются терминами «точка», «прямая» и «плоскость», но не связывают с ними каких-либо конкретных образов, а тем более не определяют основные геометрические понятия с помощью этих образов.

Развитие естествознания со всей убедительностью свидетельствует о том, что переход от многочисленных эмпирических обобщений и законов к сравнительно небольшому числу фундаментальных теоретических законов и принципов содействует более углубленному и адекватному постижению сущности исследуемых явлений. Одновременно с этим происходит также концентрация информации об этих явлениях. Вместо многих десятков и даже сотен различных обобщений и эмпирических законов наука открывает несколько теоретических законов фундаментального характера, с помощью которых оказывается возможным объяснить не только сотни эмпирических законов, но и огромное количество самых разнообразных фактов, которые на первый взгляд кажутся совершенно не связанными друг с другом. Так, например, когда Ньютону с помощью законов движения и гравитации удалось связать воедино движение земных и небесных тел, то тем самым было покончено с прежними представлениями о делении мира на «земной» и «небесный», подчиняющихся якобы совершенно различным законам.

10.3. Динамические и статистические законы

Если основой дихотомического деления законов на теоретические и эмпирические является их различное отношение к опыту, то другая важная их классификация основывается на характере тех предсказаний, которые вытекают из законов. В законах первого типа предсказания носят точно определенный, однозначный характер.

Так, если задан закон движения тела и известны его положение и скорость в некоторый момент времени, то по этим данным можно точно определить положение и скорость тела в любой другой момент времени. Законы такого типа в нашей литературе называют динамическими. В зарубежной литературе их чаще всего именуют детерминистическими законами, хотя такое название, как мы увидим ниже, вызывает серьезные возражения.

В законах второго типа, которые получили название статистических, предсказания могут быть сделаны лишь вероятностным образом. В таких законах исследуемое свойство, признак или характеристика относятся не к каждому объекту или индивидууму, а ко всему классу, или популяции в целом. Так, когда говорят, что в данной партии продукции 90% изделий отвечает требованиям стандартов, то это вовсе не означает, что каждое изделие обладает 90% качеством. Само выражение в процентах показывает, что речь здесь идет лишь о некоторой части или пропорции из общего числа изделий, которые соответствуют стандарту. Об отдельном же изделии без дополнительного исследования мы не можем заранее сказать, является оно качественным или нет. Этот элементарный пример достаточно ясно иллюстрирует основную особенность всех статистических законов, предсказания которых относительно отдельных индивидуумов или случаев имеют неопределенный характер. Именно эта неопределенность и заставляет исследователя вводить вероятностные понятия и методы для определения и оценки исхода индивидуальных событий массового случайного типа.

Действительно, равновозможных событий, о которых говорится в вышеприведенном определении вероятности, может просто не быть. Азартные игры, которые исторически явились первой моделью для применения и разработки классической концепции вероятности, специально организованы таким образом, что их исходы являются одинаково возможными, или симметричными.

Если, например, игральная кость изготовлена достаточно тщательно, то при ее бросании выпадение любого числа очков от 1 до 6 является одинаково возможным. Поскольку в данном примере имеется шесть равновозможных случаев, благоприятствующим же является какой-то один случай, то его вероятность будет равна $1/6$. По такой же схеме подсчитывается вероятность событий, которые можно свести к равновозможным. Иногда это не удается сделать даже в сравнительно простых примерах. Так, если ту же игральную кость изготовить с дефектами, тогда выпадение каждой грани не будет равновозможным.

Частотная, статистическая или, как ее иногда называют, эмпирическая концепция вероятности исходит не из наперед заданной, жесткой схемы равновозможных событий, а из действительной оценки частоты появления того или иного события при достаточно большом числе испытаний. В качестве исходного понятия здесь выступает относительная частота появления того или иного признака, характеристики, свойства, которые принято называть событиями в некотором множестве или пространстве событий. Поскольку относительная частота определяется с помощью некоторой эмпирической процедуры, то рассматриваемую вероятность иногда называют еще эмпирической. Это не означает, что само теоретическое понятие вероятности в ее статистической или частотной интерпретации можно определить непосредственно опытным путем.

Частотный подход к вероятности дает возможность лучше понять специфические особенности статистических закономерностей. Поскольку любое вероятностное

утверждение в статистической интерпретации относится не к отдельному событию, а к целому классу однородных или сходных событий, постольку и объяснения и предсказания, полученные с помощью статистических законов, не имеют такого строго однозначного характера, какой присущ динамическим законам. Чрезвычайно важно также отметить, что, в то время как в динамической закономерности необходимость выступает как бы в чистом виде, в статистической закономерности она прокладывает себе дорогу через массу случайностей. В совокупном действии многочисленных случайностей обнаруживается определенная закономерность, которая и отображается статистическим законом.

Вероятностный характер предсказаний статистических законов долгое время мешал тому, чтобы считать эти законы подлинно научными законами. Действительно, на первый взгляд может возникнуть впечатление, что статистические законы являются временным средством исследования, которое вводится лишь в целях удобства. И для такой точки зрения существуют даже некоторые основания. Так, например, многочисленные результаты, получаемые с помощью переписей, дают возможность в компактной и удобной форме обозреть огромную информацию, относящуюся к тысячам и миллионам людей. Однако в принципе эту информацию можно было бы выразить и в нестатистической форме. Статистика здесь вводится не потому, что иначе мы не можем описать индивидуумы, а именно в силу удобства.

Сложнее обстоит дело с объектами, изучаемыми физикой и химией. Описать поведение каждой молекулы чрезвычайно трудно, если не невозможно, но физики прошлого века считали, что такое описание в принципе возможно. Они полагали, что природа не ставит никаких границ ни для точности описания, ни для наблюдения и измерения. И хотя в XIX веке в физике было открыто немало статистических законов, тем не менее, ученые того времени считали их временным средством исследования. Они надеялись, что такие законы со временем будут заменены более точными динамическими законами.

И детерминизм и причинность существенным образом связаны с категориями необходимости и закона. На этом основании Р. Карнап в своей последней книге призывает заменить всю дискуссию о значении понятия причинности исследованием различных типов законов, которые встречаются в науке. Анализ математической формы различных типов причинной зависимости, несомненно, играет важную роль при исследовании причинности. Но ограничиться этим — значило игнорировать особую специфику причинности и обеднить наш анализ действительности.

Для установления причинной зависимости явлений приходится значительно абстрагироваться от усложняющих их факторов. «Чтобы понять отдельные явления, — указывает Энгельс, — мы должны вырвать их из всеобщей связи и рассматривать их изолированно, а в таком случае сменяющиеся движения выступают перед нами — в одно как причина, другое как следствие». Такую идеализацию легче всего осуществить в механике и классической физике, которые имеют дело с точно заданными силами и законами движения тел под воздействием этих сил. В сложных ситуациях не только науки, но и повседневной жизни чаще всего приходится встречаться с множеством причин. Именно поэтому здесь нередко ограничиваются выявлением частичных причин. Теория вероятностей, как указывал еще Лаплас, во многих случаях помогает выявить и оценить эти частичные причины. В таких случаях скорей всего вместо каузального анализа используется детерминистический анализ.

Принцип детерминизма с этой точки зрения выражает возможность предсказания некоторых событий, явлений, поведения тел в самых разнообразных ситуациях.

Когда наступление события может быть предсказано с достоверностью, тогда для анализа таких событий вполне подходит классическая схема детерминизма. Другими словами, объяснение и предсказание явлений в этих случаях основывается на законах динамического типа. Сами эти законы хотя и выявляют некоторые существенные связи,

тем не менее зачастую слишком огрубляют реальную действительность. Однако такое огрубление и схематизация не всегда возможны. Во всяком случае, там, где приходится встречаться с действием многократно повторяющихся случайных факторов, событий и явлений, исследование часто обнаруживает некоторую устойчивую закономерность, открытие которой впоследствии дает возможность делать вероятностные предсказания относительно появления тех или иных случайных событий.

10.4. Роль законов в научном объяснении и предсказании

Объяснение явлений окружающей нас природы и социальной жизни составляет одну из основных задач естествознания и общественных наук. Задолго до возникновения науки люди пытались, так или иначе, объяснить окружающий их мир, а также собственные психические особенности и переживания. Однако такие объяснения, как правило, оказывались неудовлетворительными, ибо зачастую основывались либо на одушевлении сил природы, либо на вере в сверхъестественные силы, бога, судьбу и т.п. Поэтому они, в лучшем случае, могли удовлетворить психологическую потребность человека в поисках какого-либо ответа на мучившие его вопросы, но отнюдь не давали истинного представления о мире.

Реальные объяснения, которые можно назвать подлинно научными, появились вместе с возникновением самой науки. И это вполне понятно, так как научные объяснения опираются на точно сформулированные законы, понятия и теории, которые отсутствуют в обыденном познании. Поэтому адекватность и глубина объяснения окружающих нас явлений и событий во многом зависит от степени проникновения науки в объективные закономерности, управляющие этими явлениями и событиями.

В свою очередь сами законы могут быть по-настоящему поняты только в рамках соответствующей научной теории, хотя они и служат тем концептуальным ядром, вокруг которого строится теория.

Нельзя, конечно, отрицать возможности и полезности объяснения некоторых простейших явлений на основе эмпирического обобщения наблюдаемых фактов. Такие объяснения также относятся к числу реальных, но ими ограничиваются лишь в обыденном, стихийно-эмпирическом познании, в рассуждениях, основанных на так называемом здравом смысле. В науке же не только простые обобщения, но и эмпирические законы стремятся объяснить с помощью более глубоких теоретических законов.

Хотя реальные объяснения могут быть весьма различными по своей глубине или силе, тем не менее, все они должны удовлетворять двум важнейшим требованиям.

Во-первых, всякое реальное объяснение должно строиться с таким расчетом, чтобы его доводы, аргументация и специфические характеристики имели непосредственное отношение к тем предметам, явлениям и событиям, которые они объясняют. Выполнение этого требования представляет необходимую предпосылку для того, чтобы считать объяснение адекватным, но одного этого условия недостаточно для правильности объяснения.

Во-вторых, любое объяснение должно допускать принципиальную проверяемость. Это требование имеет чрезвычайно важное значение в естествознании и опытных науках, так как дает возможность отделять подлинно научные объяснения от всякого рода чисто спекулятивных и натурфилософских построений, также претендующих на объяснение реальных явлений. Принципиальная проверяемость объяснения вовсе не исключает использования в качестве аргументов таких теоретических принципов, постулатов и законов, которые нельзя проверить непосредственно эмпирически. Необходимо только, чтобы объяснение давало возможность выведения некоторых следствий, которые допускают опытную проверку.

Общая структура научного объяснения

По своей логической структуре объяснение представляет рассуждение или умозаключение, посылки которого содержат информацию, необходимую для обоснования результата или заключения такого рассуждения.

В современной литературе по теории объяснения все посылки умозаключения, ставящего своей целью объяснение, чаще всего обозначают термином «эксплананс» (от лат. *explanans* — объясняющий), а результат умозаключения — термином «экспланандум» (от лат. *explanandum* — то, что надлежит объяснить).

Нередко говорят, что объяснение в принципе может осуществляться без привлечения каких бы то ни было законов. Действительно, нередко для объяснения одного явления, события или факта мы ссылаемся на другой факт, явление или событие, а не на явно сформулированные законы. Так, когда объясняют возникновение ржавчины на металлических предметах, то в качестве причины указывают сырой воздух, контакт с водой и другие подобные факты. Такого рода объяснения встречаются преимущественно в повседневной жизни, где объяснения опираются на простейшие эмпирические обобщения. Эти обобщения кажутся нам настолько привычными и самоочевидными, что они не фигурируют в самом процессе объяснения, хотя их легко и выявить. То же самое иногда происходит и в науке, когда законы, объясняющие явления, кажутся всем известными и очевидными, поэтому их явно и не формулируют. Таким образом, все объяснения с помощью отдельных явлений, событий и фактов по сути дела являются объяснениями с помощью законов, хотя в явном виде сами законы при этом могут и не фигурировать. Вот почему такого рода объяснения иногда называют замаскированными объяснениями с помощью законов.

При логическом анализе конкретных примеров научного объяснения все посылки, на которых оно строится, должны быть выражены явным образом. В противном случае нельзя будет осуществить логический вывод экспланандума из эксплананса, а потому нельзя будет признать корректным само объяснение. Что касается структуры эксплананса, то в нем можно выделить посылки двух видов. Наиболее существенное значение имеют те посылки, в которых выражаются законы, принципы и другие универсальные положения науки. С их помощью удастся обеспечить вывод не только других, менее общих законов и положений науки, но и утверждений о тех или иных конкретных явлениях или событиях. В последнем случае эксплананс должен содержать также такие посылки, которые характеризуют те или иные специфические условия или свойства, ибо без этого невозможен переход от общих утверждений к единичным.

Доминирующая роль законов в процессе научного объяснения наиболее сильно подчеркивается при так называемом эссенциалистском подходе, т.е. тогда, когда смысл объяснения сводится к раскрытию сущности реальных явлений и событий. В общем виде эта точка зрения не вызывает возражения, так как действительное объяснение достигается только тогда, когда раскрываются внутренние, существенные связи объясняемых явлений, событий или даже закономерностей. Вряд ли, однако, следует сводить объяснение к установлению логической связи «между отображением объясняемого объекта в языке и законом науки». Сущность явлений, особенно сложных, может быть раскрыта зачастую лишь с помощью теории, представляющей не простую совокупность и даже не систему, состоящую из одних законов, а включающую в себя элементы и другого рода (исходные принципы, определения, гипотезы и различные утверждения теории). Подобно тому, как теоретический закон превосходит эмпирический по своей объясняющей силе, так и теория в целом дает более глубокое обоснование, чем любой отдельный закон или совокупность таких законов.

Дедуктивная модель научного объяснения

Объяснения, с которыми приходится встречаться в науке, можно классифицировать по различным основаниям деления: характеру логической связи эксплананса с экспланандумом, составу и природе посылок, входящих в эксплананс, в частности по виду законов, которые фигурируют в посылках, и многим другим признакам². Наиболее

важной представляется классификация по способу логической связи эксплананса с экспланандумом, т.е. по тому способу, который используется для логического вывода объясняемого тезиса из объясняющих его посылок. Как мы уже отмечали, двумя основными формами логических умозаключений, применяемыми для объяснения, являются дедуктивные и индуктивные выводы. Соответственно этому мы и выделяем дедуктивную и индуктивную модели или схемы объяснения.

Дедуктивная модель научного объяснения является наиболее распространенной. Особенно широко ею пользуются в тех науках, законы которых могут быть выражены в точной математической форме (астрономия, механика, физика, физическая химия, молекулярная биология, математическая экономика и др.). Поскольку посылки дедуктивного вывода обеспечивают логически необходимый характер заключения, т.е. в нашем случае экспланандума, то естественно, что эта модель объяснения предпочитается индуктивной, где связь между посылками и заключением имеет не достоверный, а только вероятный характер. Важно при этом обратить внимание на то, что дедукция здесь понимается не в старом смысле традиционной логики, как умозаключение от общего к частному, а как любой вывод, заключение которого следует из имеющихся посылок с логической необходимостью, точно по принятым правилам дедукции.

Другой важной разновидностью дедуктивных объяснений являются объяснения, экспланандумом которых служат законы науки. В данном случае мы имеем дело с логическим выводом одних законов из других. Законы, которые встречаются в посылках эксплананса, должны обладать большей логической силой, чем закон, представленный в экспланандуме. Под термином «логическая сила» при этом понимается не что иное, как допустимость дедукции. Иными словами, если из одного утверждения или закона логически вытекает (дедуцируется) другое утверждение или закон, то первые из них считаются логически сильнее, чем вторые. Нередко также говорят, что чем логически сильнее закон, тем большей объясняющей силой он обладает.

Наиболее интересными случаями объяснения законов являются те, в которых менее глубокие и ограниченные законы объясняются с помощью более общих и глубоких законов, раскрывающих внутренний механизм протекания явлений. Типичным в этом Индуктивная модель объяснения

В последние десятилетия в логике и методологии все более широкое применение получает другая модель или схема научного объяснения, которая, правда, не обладает той убедительной силой и достоверностью, какая присуща дедуктивной модели. На этом основании ее иногда считают лишь временной попыткой объяснения, своего рода суррогатом, к которому приходится прибегать лишь в силу невозможности достижения более полного объяснения. Такой подход во многом определяется самим отношением к индукции, которая лежит в основе указанной модели объяснения.

В самом деле, в то время как заключение дедуктивного вывода с логической необходимостью вытекает из посылок, заключение индукции, как правило, лишь в той или иной степени подтверждается этими посылками.

Иными словами, если заключение дедукции имеет достоверный характер, то индукция обеспечивает лишь вероятные заключения. Вот почему сами индуктивные рассуждения иногда рассматривают лишь как эвристический способ мышления.

Необходимость обращения к индукции большей частью диктуется тем, что во многих объяснениях эмпирических наук приходится иметь дело со статистическими законами, выраженными в форме вероятностных утверждений.

Как уже отмечалось, статистические законы в отличие от динамических характеризуют не индивидуальные события и явления, а только группы или классы однородных событий массового характера. Проще говоря, то, что утверждается в универсальном законе динамического типа, может быть перенесено на любой индивидуальный объект или событие. Статистические законы по своей природе не допускают такой возможности. Тем не менее, и такого рода законы можно использовать

для объяснения и предсказания отдельных явлений и событий. В этих целях как раз и вводится теоретическое понятие вероятности, которое характеризует меру возможности осуществления события. Полнота объяснения и надежность предсказания в этом случае будут ниже, чем тогда, когда применяются универсальные законы динамического типа. Однако во многих важных ситуациях мы не располагаем подобными законами и поэтому должны обратиться к индуктивной схеме объяснения. Логический процесс, который мы используем для такого объяснения, очень часто определяют как индуктивную, или логическую вероятность. Он характеризует определенный тип связи между посылками и заключением объяснения, т.е. экспланансом и экспланандумом. Эта вероятность по своему значению существенно отличается от вероятности статистической, с которой мы встречаемся при формулировке законов массовых случайных явлений в физике, биологии и социологии. Во избежание недоразумений следовало, быть может, просто называть логическую вероятность индукцией, но с этим термином также связаны нежелательные ассоциации. Дело в том, что в традиционной логике под индукцией обычно понимается процесс рассуждения, идущий от частного к общему.

В современной же индуктивной логике этим термином обозначается всякое рассуждение или умозаключение, посылки которого в той или иной степени подтверждают заключение, т.е. по сути дела вероятностное высказывание.

Поскольку индуктивный вывод допускает более ослабленные требования, чем дедуктивный, то целесообразно рассматривать индукцию как более общий тип рассуждения. Соответственно такому подходу мы будем выражать статистические законы в форме обобщенной, вероятностной импликации, впервые введенной Г. Рейхенбахом, а обычные универсальные законы динамического типа — в виде общей импликации математической логики.

Научное предсказание

Предвидение новых ситуаций, событий и явлений составляет важнейшую особенность человеческого познания и целенаправленной деятельности вообще. В элементарной форме эта особенность присуща и высшим животным, поведение которых строится на основе условных рефлексов. Однако о подлинном предвидении можно говорить лишь тогда, когда оно основывается на сознательном применении тех или иных закономерностей, выявленных в процессе развития науки и общественной практики.

Научные предсказания, опирающиеся на точно сформулированные законы и теории, генетически возникают из предвидений и эмпирических прогнозов, которые задолго до возникновения науки люди делали на основе простейшего обобщения своих наблюдений над явлениями природы. Такие прогнозы не отличались большой точностью, поскольку они строились на наблюдениях тех связей явлений, которые легче всего бросались в глаза.

Но уже здесь люди интуитивно сознавали закономерную связь между явлениями и их различными свойствами.

Так, предсказание погоды по форме облаков, характеру заката, движению ветра, температуре воздуха и другим приметам часто приводит опытных людей к правильным выводам. Однако такой прогноз в значительной мере основывается на знании не объективных законов природы, а скорее различных внешних проявлений этих закономерностей. Даже классическая метеорология свои прогнозы строит большей частью на основе эмпирического исследования распределения давлений воздуха, формы облаков, скорости движения ветра и некоторых других факторов. Естественно поэтому, что такие прогнозы могут делаться только на сравнительно короткое время, да и то не всегда сбываются. Причина этого состоит в том, что они не опираются на глубокие внутренние закономерности и теории, управляющие процессами формирования погоды в различных регионах земного шара. Поэтому современная теоретическая метеорология стремится открыть как раз именно такие законы, с помощью которых можно было составлять долгосрочные прогнозы. Этот пример достаточно ясно показывает, что надежность,

точность и временные границы предсказания самым тесным образом зависят от характера законов или обобщений, используемых в процессе предсказания.

Как и при объяснении, так и при предсказании наиболее надежными являются заключения, опирающиеся на универсальные законы динамического типа. Такими являются, например, предсказания результатов движения различных небесных тел в астрономии и многие другие предсказания в так называемых точных науках.

Но и здесь часто приходится прибегать к вероятностно-статистическим, или стохастическим предсказаниям (квантовая механика, теория «элементарных частиц», космология и др.). В биологии же и социальных науках удельный вес стохастических предсказаний неизмеримо выше.

При рассмотрении дедуктивной модели научного объяснения в качестве иллюстрации был приведен пример с объяснением иррегулярностей в движении планеты Уран. Результатом этого объяснения было предсказание существования новой планеты. Этот вывод логически следовал из соответствующих посылок, т.е. универсальных законов механики и закона всемирного тяготения, а также специфических характеристик, относящихся к параметрам движения планет и эмпирически установленным иррегулярностям в движении Урана. В других случаях объяснение, как правило, относится к уже известным явлениям и событиям. Все это не сказывается на логической структуре. Поэтому мы можем рассматривать дедуктивную модель предсказания как дедуктивный вывод, посылками которого служат, с одной стороны, универсальные законы динамического типа, а с другой — некоторые конкретные условия, характеризующие связь между общими и единичными утверждениями. По аналогии с объяснением все эти посылки можно было бы назвать проектансом, т.е. утверждениями, на которых базируется предсказание. Само же заключение будет тогда проектандумом. Аналогичные замечания можно сделать относительно стохастических предсказаний, которые основываются на статистических законах и обобщениях и заключение которых имеет индуктивный (вероятностный) характер.

Тождественность формальной структуры объяснения и предсказания не означает, конечно, что эти методы исследования не различаются по своей природе и функциям.

Объяснения относятся к событиям, явлениям, закономерностям уже известным, либо существующим в настоящее время, либо существовавшим в прошлом. В отличие от этого предсказание делается относительно либо будущих явлений и событий, либо явлений хотя и существующих, но до сих пор не обнаруженных. И в том и в другом случае утверждение, формулирующее предсказание, имеет неопределенный характер, ибо его истинность или ложность может быть обнаружена лишь впоследствии.

Здесь возникает и различие между логической силой законов, используемых для объяснения и предсказания.

В то время как для объяснения необходимо привлекать наиболее глубокие теоретические законы, для предсказания часто достаточно эмпирических законов и обобщений. Все эти и подобные им соображения, не говоря уже о соображениях философского характера, послужили основой дискуссии, которая развернулась вокруг проблемы о симметрии между объяснением и предсказанием.

Не претендуя здесь на решение этой проблемы, хотелось бы отметить, что, хотя с логической точки зрения и объяснение и предсказание как определенные способы рассуждений являются симметричными, с методологической и общенаучной точек зрения они существенно различны и, следовательно, асимметричны. Поэтому дискуссию по этой проблеме важно ограничить более определенными рамками.

Вопросы самоконтроля

1. Понятие «научный закон»
2. Фундаментальные и производные законы
3. Законы науки
4. Эмпирические и теоретические законы
5. Динамические и статистические законы
6. Роль законов в научном объяснении и предсказании
7. Общая структура научного объяснения
8. Дедуктивная модель научного объяснения
9. Индуктивная модель научного объяснения
10. Научное предсказание

Список литературы

Основная литература

1. Новиков, А.М. Методология научного исследования /А.М. Новиков, Д.А. Новиков. – М.: Либроком, 2009. – 280 с.
2. Новиков, Д.А. Методология управления / Д.А. Новиков. – М.: Либроком, 2011. – 128 с.

Дополнительная литература

1. Новиков, А.М. Методология /А.М. Новиков, Д.А. Новиков. – М.: Синтег, 2007. – 180 с.

БИЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баздырев Г.И., Лошаков В.Г. и др. Земледелие / Под ред. А.И. Пупонина. – М.: Колос С, 2008. – 567 с.
2. Волкова, В.Н. Основы теории систем и системного анализа / В.Н. Волкова, А.А. Денисов. – СПб. ГТУ, 1999. – 78 с.
3. Загвязинский, В.И. Методология и методика дидактического исследования / В.И. Загвязинский. – М.: Педагогика, 1982. – 78 с.
4. Ильин, В.В. Природа науки: Гносеологический анализ / В.В. Ильин, А.Т. Калинин. – М.: Высшая школа, 1985. – 105 с.
5. Кирюшин В.И. Экологические основы земледелия / В.И. Кирюшин. – М. Колос, 1996. – 367 с.
6. Кочергин, А.Н. Методы и формы познания / А.Н. Кочергин. – М.: Наука, 1990. – 103 с.
7. Новиков, А.М. Методология научного исследования / А.М. Новиков, Д.А. Новиков. – М.: Либроком, 2009. – 280 с.
8. Новиков, А.М. Методология / А.М. Новиков, Д.А. Новиков. – М.: Синтег, 2007. – 180 с.
9. Новиков, Д.А. Методология управления / Д.А. Новиков. – М.: Либроком, 2011. – 128 с.
10. Новиков, Д.А. Теория управления организационными системами / Д.А. Новиков. – М.: Физматлит, 2007. – 123 с.
11. Образцов А.С. Системный метод: применение в земледелии – М.: Агропромиздат, 1990 – 303 с.
12. Орлова Л.В. Организационно-экономические основы и эффективность бережливого земледелия / Л.В. Орлова. – Самара: ООО «Элайт», 2009. – 204 с.
13. Основы научных исследований в агрономии / Б.Д. Кирюшин, Р.Р. Усманов, И.П. Васильев. – М.: КолосС, 2009 – 398 с.
14. Перегудов, Ф.И. Введение в системный анализ / Ф.И. Перегудов, Ф.П. Тарасенко. – М.: Высшая школа, 1989. – 223 с.
15. Системы земледелия (под редакцией Сафонова А.Ф. – М.: КолосС 2009 – 447 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Лекция 1. Методология науки	4
1.1. Методология – основные понятия	4
1.2. Основания методологии науки. Философско-психологические и системотехнические основания	5
1.3 Научоведческие основания	6
1.4 Этические и эстетические основания	12
Вопросы для самоконтроля	13
Список литературы	14
Лекция 2. Системы и системные исследования в земледелии	14
2.1 Понятие о методологии и ее системности	14
2.2 Основные свойства систем	15
2.3 Классификация систем	16
Вопросы для самоконтроля	18
Список литературы	18
Лекция 3. Характеристики научной деятельности	19
3.1. Особенности научной деятельности	19
3.2. Принципы научного познания	21
Вопросы для самоконтроля	23
Список литературы	23
Лекция 4. Системный метод исследований в земледелии	23
4.1 Системный метод как основной метод исследования систем	23
4.2 Системный анализ	24
4.3 Ситуации при изучении систем	26
Вопросы для самоконтроля	26
Список литературы	26
Лекция 5. Средства и методы научного исследования	27
5.1. Средства научного исследования	27
5.2. Методы научного исследования	28
Вопросы для самоконтроля	36
Список литературы	36
Лекция 6. Организация коллективного научного исследования в земледелии	36
6.1 Задачи научного руководителя	36
6.2 Составление плана научных исследований	37
6.3 Правила ведения научных дискуссий	38
Вопросы для самоконтроля	39
Список литературы	39
Лекция 7. Организация процесса проведения исследования	40
7.1 Фаза проектирования научного исследования	40
7.2 Технологическая фаза научного исследования	50
7.3 Рефлексивная фаза научного исследования	56
Вопросы для самоконтроля	58
Список литературы	59
Лекция 8. Методы эмпирического исследования в земледелии	60
8.1. Наблюдения	60
8.2 Эксперимент	63

8.3 Измерения	67
Вопросы для самоконтроля	68
Список литературы	68
Лекция 9. Гипотеза и индуктивные методы исследований в земледелии	69
9.1 Гипотеза как форма научного познания	69
9.2 Гипотетико-дедуктивный метод	72
9.3 Требования, предъявляемые к научным гипотезам	75
9.4 Некоторые методологические и эвристические принципы построения гипотезы	78
9.5 Методы проверки и подтверждения гипотез	80
Вопросы для самоконтроля	82
Список литературы	82
Лекция 10. Законы и их роль в научном исследовании	82
10.1 Логико-гносеологический анализ понятий «научный закон»	83
10.2 Эмпирические и теоретические законы	87
10.3 Динамические и статистические законы	90
10.4 Роль законов в научном объяснении и предсказании	92
Вопросы для самоконтроля	97
Список литературы	97
Библиографический список	98
Содержание	99