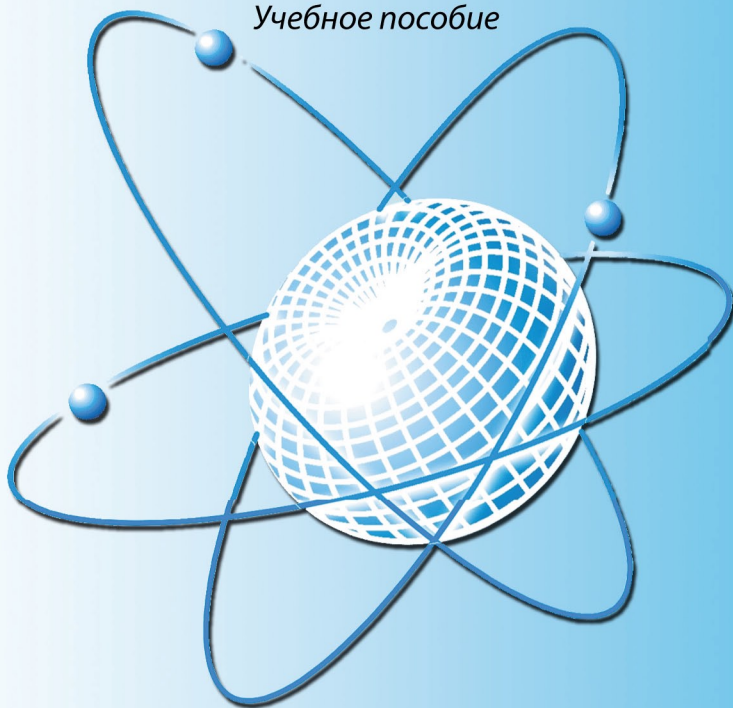


Г.И. Пещеров, О.Н. Слоботчиков

Методология научного исследования

Учебное пособие



УДК 001.89:378

ББК 74. 58

П 31

*Учебное пособие публикуется по решению
Ученого совета ИАН ВО «Институт мировых цивилизаций»*

Рецензенты

Е.В. Куканова — заведующий кафедрой социологии
и социальной работы

Московского государственного университета сервиса,
доктор педагогических наук, профессор

Е.Г. Анисимов — начальник лаборатории
Военной Академии Генерального Штаба ВС РФ,
доктор технических наук, доктор военных наук, профессор

С.Х. Шамсунов — ведущий научный сотрудник
ФКУ НИИ ФСИН России,
доктор юридических наук, профессор

Авторы

Пещеров Г.И. — доктор военных наук, профессор

Слоботчиков О.Н. — кандидат политических наук, профессор

Пещеров Г.И., Слоботчиков О.Н.

**П 31 Методология научного исследования: Учебное пособие . — М.:
Институт мировых цивилизаций, 2017. — 312 с.**

ISBN 978-5-9500469-0-2

В учебном пособии изложены теоретико-методологические основы научного исследования; требования, предъявляемые к научно-исследовательским работам; порядок их разработки, оформления и защиты, а также обобщен опыт решения творческих задач. Рекомендуется к использованию в учебной и научно-исследовательской деятельности профессорско-преподавательскому составу вузов, аспирантам, магистрантам, студентам, научным сотрудникам научно-исследовательских учреждений и в практической деятельности руководящему составу организаций и учреждений.

ISBN 978-5-9500469-0-2

УДК 001.89:378

ББК 74. 58

© Пещеров Г.И., Слоботчиков О.Н., 2017

© Институт мировых цивилизаций, 2017

Содержание

Введение	5
Глава I. Общие положения методологии научного исследования	8
1.1. Определение науки и ее основные черты	8
1.2. Методология и уровни научного познания	10
1.3. Научная проблема и научная задача	15
1.4. Основные этапы научного творчества	20
1.5. Роль интуиции и творческого воображения	32
1.6. Научное открытие и его восприятие	34
Выводы	41
Глава II. Основные методы научного исследования	42
2.1. Наблюдение, эксперимент, измерение, сравнение	42
2.2. Идеализация, обобщение, аналогия	49
2.3. Анализ и синтез, индукция и дедукция	52
2.4. Системный подход (анализ)	55
2.5. Эвристика и экспертная оценка	58
2.6. Морфологический анализ	61
2.7. Логическое прогнозирование	64
2.8. Моделирование	66
2.9. Гипотеза и теория	68
Выводы	74
Глава III. Пути решения научной проблемы	75
3.1. Общие положения	75
3.2. Процесс решения творческой задачи	81
3.3. Некоторые приемы поиска решения проблемы	86
Выводы	93
Глава IV. Методика подготовки доклада	94
4.1. Общие требования к подготовке доклада	94
4.2. Основные элементы доклада	95
4.3. Поиск и подбор материалов для доклада	98
4.4. Полезные советы при подготовке доклада	99
4.5. Алгоритм подготовки доклада	101
4.6. Доклад с презентацией	102
Выводы	104
Глава V. Методика подготовки реферата	105
5.1. Общие требования к подготовке реферата	105
5.2. Структура реферата	106
5.3. Написание реферата	106
5.4. Оформление реферата	110
5.5. Требования к содержанию реферата	112
Выводы	113
Глава VI. Методика подготовки курсовой работы	114
6.1. Общие требования к подготовке курсовой работы	114
6.2. Структура курсовой работы	116

6.3. Требования к структурным элементам курсовой работы ...	117
6.4. Правила оформления курсовой работы	120
6.5. Защита курсовой работы	125
Выводы.....	126
Глава VII. Методика подготовки научной статьи.....	127
7.1. Общие требования к подготовке научной статьи	127
7.2. Структура научной статьи.....	128
7.3. Оформление научной статьи	128
7.4. Основное содержание научной статьи	134
7.5. Минимальные критерии научной статьи	135
7.6. Стратегия написания статьи.....	136
7.7. Полезные советы	138
Выводы.....	140
Глава VIII. Методика подготовки ВКР.....	141
8.1. Цель и задачи выпускной квалификационной работы	141
8.2. Требования к выполнению ВКР	144
8.3. Тематика ВКР. Выбор и утверждение темы ВКР	146
8.4. Задание на выпускную квалификационную работу	147
8.5. Научное руководство ВКР	148
8.6. Руководство и контроль за ходом выполнения ВКР	149
8.7. Структура и содержание ВКР	152
8.8. Этапы выполнения и защита ВКР	159
8.9. Порядок защиты выпускной квалификационной работы ..	160
8.10. Оформление выпускной квалификационной работы	164
8.11. Обоснование эффективности предложенных практических рекомендаций (решений)	169
8.12. Рекомендации по оценке экономической эффективности	170
Выводы.....	191
Глава IX. Разработка диссертации	192
9.1. Требования ВАК к диссертациям	192
9.2. Основные направления работы соискателя и ее планирование.....	203
9.3. Изучение научной литературы	204
9.4. Сдача кандидатских экзаменов.....	209
9.5. Выбор и формулировка темы исследования	210
9.6. Общие рекомендации по разработке диссертации	215
9.7. Методика написания диссертации.....	224
9.8. Литературное оформление диссертации	230
9.9. Написание автореферата.....	233
9.10. Подготовка доклада и защита диссертации.....	235
Выводы.....	239
Заключение	240
Список использованной литературы	242
Приложения	246

Глава I. Общие положения методологии научного исследования

Только очень умный человек понимает, что он не очень умный.

Народная мудрость

1.1. Определение науки и ее основные черты

Наука — это то, чего не может быть. А то, что может быть, — это технический прогресс.

П.Л. Капица

Попытка дать строгое и краткое определение науки до сего времени встречает серьезные затруднения. Многие крупнейшие ученые высказывают мнение о том, что точного определения науки, охватывающего все ее особенности, дать невозможно. Однако, большинство сходятся во мнении, что определение должно отражать две ее основные черты: во-первых, как системы знаний и, во-вторых, как сферы деятельности людей.

К числу удачных можно отнести следующее определение науки: «Наука есть стройная логически непротиворечивая, исторически развивающаяся система человеческих знаний о мире, об объективных процессах, протекающих в природе и обществе, и их отражении в духовной жизни людей, система, складывающаяся на основе общественно-исторической практики человечества» [1].

В Большой советской энциклопедии наука определяется как «сфера человеческой деятельности, функцией которой является выработка и теоретическая систематизация объективных знаний о действительности, одна из форм общественного сознания. Понятие «наука» включает как деятельность по получению нового знания, так и результат этой деятельности — сумму полученных к данному моменту научных знаний» [10].

Основной формой развития науки является научное исследование, под которым понимается процесс познания действительности, вид человеческой деятельности. Научное исследование — процесс выработки новых научных знаний, один из

видов познавательной деятельности, характеризующийся объективностью, воспроизводимостью, доказательностью, точностью (понимаемой по-разному в различных областях науки).

Задача научного исследования заключается в изучении с помощью научных методов объектов, явлений и процессов, анализе влияния на них различных факторов, установлении закономерностей, которым они подчиняются с целью, получить убедительно доказанные и полезные для науки и практики выводы и предложения, обеспечивающие дальнейшее повышение качества и эффективности человеческой деятельности. Последнее на основе науки может достигаться как путем совершенствования техники, так и способов ее применения.

Науке как стройной системе знаний присущи следующие основные черты.

1. Наука есть знание, зафиксированное в определенной системе знаков, построенной на основе строгих правил.
2. Наука представляет собой систему знаний, эмпирически проверяемых и подтвержденных.
3. Наука представляет собой систему знаний, непрерывно возрастающих (расширяющихся, углубляющихся) и используемых в общественной практике.
4. Наука является продуктом деятельности людей, их богатым общественным достоянием.
5. Будучи системой знаний, наука должна познавать и объяснять законы и закономерности явлений и процессов и предсказывать ход их развития в будущем.
6. Наука чужда догматизму и слепой вере в авторитет. Ей присущи диалектические противоречия, разрешение которых является одной из движущих сил ее развития.

Сложность современной науки, непрерывно происходящие в ней процессы интеграции и дифференциации научных направлений порождают и трудности ее деления на составные части. Как известно, классификацией принято считать распределение предметов или явлений на основании общего признака, присущего им или отличающего их от предметов другого класса. В настоящее время в основу такого достаточно общепризнанного деления принято класть отношение науки

к практике, согласно которому наука, а значит, и научные исследования, делятся на две основные группы: фундаментальные и прикладные.

Границы, разделяющие фундаментальные и прикладные науки, очерчиваются по главному признаку, что лежит в основе исследования: познавательные или практические цели [3]. Задача фундаментальных наук — познавать законы, управляющие поведением базисных структур природы, общества и мышления. Задача прикладных наук — применять результаты фундаментальных наук для решения научных и практических задач.

В принятой классификации не выделяют отдельно группу поисковых исследований, ибо к таковым по своей сути относятся как фундаментальная, так и прикладная научная тематика.

На стыке прикладных наук и практики развивается особая область исследований — разработки, переводящие результаты прикладных наук в форму конструкций, технологических процессов, материалов, методических рекомендаций и т.п. Такие же три вида научной деятельности выделяет американская статистика [4].

Каждое научное исследование должно быть посвящено решению научной проблемы или задачи, успех которого зависит от ее правильно сформулированной сущности и избранного пути познания.

1.2. Методология и уровни научного познания

Сомневаться во всем, верить всему — два решения, одинаково удобные: и то и другое избавляет нас от необходимости размышлять.

А. Пуанкаре

Слово «метод» греческое, означающее в переводе «путь» в смысле движения вдоль (правильного) пути. Метод определяют как способ построения какой-либо области знания, совокупность приемов, используемых для достижения некоторой цели.

А.И. Герцен говорил, что метод — это эмбрион истины. Учитывая, что греческое слово «логос» означает «речь, уче-

ние», термин «методология» можно определить как учение о методах и средствах деятельности в области научного познания, как теорию метода. В связи с различием степени теоретического обоснования и особенностью применения методов различают четыре уровня методологии научного познания.

Низший (первый) уровень методологии науки, совпадающий с методикой и носящий порой эмпирический характер, представляет собой совокупность приемов, предписаний и операций какой-либо конкретной и достаточно узкой предметной области или сферы научного исследования. На этом уровне, как правило, не используются количественные методы. Эмпирический уровень обычно реализует лишь возможности описания и предсказания фактов, свойств и явлений рассматриваемой предметной области, но не дает им объяснения.

На **втором**, более высоком уровне роль методологии, не выходящей еще за пределы каждой специальной науки, заключается не только в знании того, где и как применять соответствующие методы. Методология требует понимания теоретических основ этих методов, поскольку научный метод опирается на знание соответствующих закономерностей, т.е. на теорию данной предметной области. Теория выполняет методологическую функцию, становясь не только орудием объяснения существующего, но и средством поиска, предсказания, открытия новых свойств, закономерностей, понимания более глубокой сущности явлений.

Третий уровень методологии характеризуется разработкой достаточно общих методов научного исследования, применимость которых выходит за рамки той или иной научной дисциплины и опирается на существование закономерностей, общих для различных предметных областей. Открытие таких закономерностей приводит к созданию теорий, которые становятся теоретическим базисом более общих методов. К их числу относятся некоторые методы кибернетики, эргономический подход, требующий учета влияния внешней среды, техники и человека, математики и других фундаментальных наук. Сюда же можно отнести и системный подход к исследованию объектов и явлений.

На этом уровне методология в целом еще не носит философского характера, хотя отдельные философские вопросы уже могут возникать.

Наконец, **четвертый** уровень методологии восходит до общенаучного уровня познания, который применяется во всех без исключения науках. Это самый общий метод научного познания, исследование которого составляет предмет философской методологии. Именно в философии все общенаучные методы получают идейно-теоретическое, мировоззренческое обоснование. Диалектика, как материалистическое учение о мире, составляет философский фундамент мировоззрения ученого и, выполняя функцию научной методологии, формирует его мировоззрение.

Таким образом, методология науки имеет задачу раскрыть диалектический процесс становления научного знания, проникнуть в сущность тех процессов, которые его порождают, и описать те виды теоретической и практической деятельности человека, в результате которых это знание возникает.

В науке, в научных исследованиях выделяют два взаимосвязанных уровня научного познания: эмпирический и теоретический.

Эмпирический уровень включает:

- 1) наблюдение, требующее умения правильно выбрать определенные инструменты, приборы, технические средства и оперировать ими;
- 2) описание и фиксацию на определенном языке полученных данных;
- 3) деятельность мышления исследователя, участвующего не только в наблюдении или эксперименте, но и в обработке его результатов.

Элементами эмпирического знания являются факты, полученные с помощью наблюдений и эксперимента и констатирующие качественные и количественные характеристики объектов и явлений. Устойчивая повторяемость и связи между эмпирическими характеристиками могут выражаться с помощью эмпирических закономерностей, часто имеющих статистический характер.

Факт — реальное событие, происшедшее или происходящее явление или процесс. Среди фактов особо выделяют научные факты, имеющие описание и объяснение на основе обобщения определенного класса событий (явлений, процессов). Уместно привести замечательные слова великого русского физиолога акад. И.П. Павлова: *«Как ни совершенно крыло птицы, оно никогда не смогло бы поднять ее ввысь, не опираясь на воздух. Факты — воздух ученого, без них он никогда не сможет взлететь»*.

На анализ фактов влияет та концепция, под углом зрения которой они осмысливаются. Концепция — определенный способ понимания, трактовки какого-либо факта, явления или процесса, основная точка зрения на анализируемый предмет, формирующаяся на мировоззренческой основе.

Теоретический уровень требует развитого логического мышления, подчиненного решению определенных научных проблем (задач), выявлению и формулировке закономерностей существенных связей и отношений изучаемого объекта, процесса или явления. Этот уровень научного познания предполагает наличие особых абстрактных объектов и связывающих их теоретических законов, дающих порой идеализированные описания и объяснения. Наличие теории, объясняющей подлежащие ее ведению факты, является необходимым условием научного знания. Теоретические объяснения могут быть как качественными, так и количественными, широко использующими математический аппарат, что особенно характерно для современного состояния науки.

Именно для теоретического уровня научного познания характерно наличие особых абстрактных объектов и связывающих их теоретических законов, дающих идеализированное описание и объяснение ситуаций с целью познания сущности явлений [5].

Результатом развития науки на теоретическом уровне является создание теоретических (методологических) основ соответствующей предметной области со следующими элементами:

понятийный аппарат, включающий совокупность специфических понятий, категорий, терминов и определений данной науки;

научно-методический аппарат, объединяющий совокупность разработанных в ходе развития науки и практики, принятых к использованию (т.е. апробированных на практике, прошедших экспертизу специалистов, официально признанных и опубликованных) решений научных и практических задач, приводящих к получению научных результатов, обладающих гарантированной степенью достоверности. Наиболее совершенными формами организации знаний в части научно-методического аппарата являются метод и теория;

теоретические данные науки (научные данные) — совокупность научных выводов и рекомендаций, полученных в результате применения общей методологии и теоретических основ данной науки в интересах непосредственной отдачи практике.

Основные термины и определения, используемые в науке, приведены в приложении 1. Понятие — целостная совокупность суждений об отличительных признаках исследуемого объекта.

Категория — основное понятие, отражающее наиболее общие свойства, стороны, отношения явлений действительности и познания [6].

Термин — слово или словосочетание [7], являющееся названием определенного понятия какой-нибудь области науки, техники, искусства [8].

Определение — пояснение, раскрывающее смысл понятия, даваемое, как правило, в виде одного повествовательного предложения.

Научно-методический аппарат науки в сущности представляет собой совокупность средств описания, объяснения и предсказания явлений (процессов) соответствующей предметной области, объединяющий как средства теоретического исследования, базирующиеся на использовании имеющихся или развиваемых теорий, так и средства экспериментального исследования.

Элементами научно-методического аппарата являются постановка и методы решения научных и практических за-

дач, а также их конкретная реализация в виде средств и методик теоретического и экспериментального исследования. Научно-методический аппарат создается при определенных ограничениях и допущениях, что влияет на область его применимости.

Допущения — используемые при исследовании предположения, принятые с целью упрощения реального объекта или процесса.

Ограничения — вводимые при исследовании требования к форме представления и пределам изменения варьируемых данных.

Допущения и ограничения, характеризующие границы, определяющие масштаб исследования в целом (по времени, пространству, исходным данным), называют рамками исследования [39].

Теоретический и эмпирический уровни познания связаны друг с другом. Формирование теоретического уровня науки приводит к качественному изменению эмпирического уровня. Если до формирования теории эмпирический материал, часто служивший ее предпосылкой, получался на базе обычного опыта и естественного языка, то с выходом на теоретический уровень он «видится» сквозь призму теоретических концепций, которые начинают по-иному направлять постановку экспериментов и наблюдений — основных методов экспериментального исследования.

1.3. Научная проблема и научная задача

Изучая историю науки, мы замечаем два явления, которые можно назвать взаимно противоположными: то за кажущейся сложностью открывается простота, то, напротив, видимая простота на самом деле таит в себе чрезвычайную сложность.

А. Пуанкаре

Успех научной работы во многом определяется правильной постановкой задачи и адекватным ей выбором направления научных исследований, которое характеризуется устрем-

ленностью ученого на исследование определенной группы объектов или явлений.

«Ввиду краткости жизни, — говорил академик Л.Д. Ландау, — мы не можем позволить себе роскошь тратить время на задачи, которые не ведут к новым результатам». Научное направление складывается из научных проблем (задач), которые иногда считают конкретными формами научного направления [2]. Процесс исследовательской деятельности в рамках научного направления, определяемого специальностью ученого, обычно начинается с постановки научной проблемы или научной задачи.

Под научной проблемой понимается такой вопрос, ответ на который не содержится в накопленном обществом знании [5, 9, 10]. В фундаментальных исследованиях решить научную проблему — значит открыть новые закономерности, сделать известным, понятным, описанным то, что до исследования было неизвестно, непонятно, не описано [11].

В прикладных исследованиях решить научную проблему — значит предложить новые способы решения важной и сложной задачи, которые ранее в данной предметной области не использовались и которые дают существенный научный и практический эффект, хотя и базируются на известных обычно в фундаментальных науках закономерностях [12].

Научная задача обычно отличается от научной проблемы меньшим охватом исследуемых явлений или объектов и масштабом примененных способов или методик ее решения, носящих частный характер и, как правило, перенесенных из сравнительно близкой предметной области.

Иное определение этим понятиям дано в [5], где сказано, что научная задача — это то, что надо решить, при этом по крайней мере один метод решения известен (опубликован). Вряд ли с таким определением можно согласиться. Соответственно, научная проблема — то, что надо решить, при этом метод решения неизвестен. Опыт свидетельствует, что корни большинства идей, сделавших возможным решение важной проблемы или задачи прикладного характера, лежат в фундаментальных областях знания.

Если в фундаментальных исследованиях научная новизна заключается в открытии новых общих законов и закономерностей и имеет как бы абсолютный (в [5] применен термин «мировой») характер, то в прикладных исследованиях ее новизна заключается в получении ранее не известных положений известными из других областей науки методами, впервые привнесенными в данную предметную область. Из того обстоятельства, что новые научные результаты прикладного характера получены в принципе известными методами, не следует делать вывод о их меньшей научной значимости. Последняя определяется важностью и актуальностью решенной научной проблемы (задачи). Актуальность научной проблемы (задачи) означает необходимость и важность ее решения в данный момент времени [38]. Чтобы научная проблема (задача) могла выполнить свое назначение, она должна быть правильно поставлена и уяснена, что требует ее четкой формулировки, т.е. выдвижения ее центрального вопроса, фиксирующего то противоречие, которое ее породило, и оценки ожидаемого результата от ее решения. Уяснению сути проблемы (задачи) способствует ее деление на подвопросы, ограничение поля исследования, четкое отделение известного от неизвестного, выявление необходимых средств и методов ее решения и т.д. В то же время следует иметь в виду, что проблему всегда труднее сформулировать, чем ее решить, поэтому вряд ли оправдана попытка откладывать решение проблемы до ее окончательной формулировки. В процессе исследования всплывет многое из того, что на начальной стадии остается неясным. Поэтому как только проблема правильно поставлена и признана ее важность, уже можно приступать к ее решению.

Следует подчеркнуть, что подлинная научная проблема в ходе ее решения порождает множество новых проблем и вопросов. Если после решения проблемы возникает одна новая проблема, то говорят, что найдено лишь квазирешение; если же после найденного решения никаких проблем не возникает, то решалась квазипроблема. В процессе решения научных проблем (задач) должны своевременно (до публикации) вы-

являться открытия и изобретения для защиты их патентного приоритета.

Открытием признается установление не известных ранее объективно существующих закономерностей, свойств и явлений материального мира. **Изобретением** считается такое решение технической задачи, которое отличается существенной новизной и воплощает в себе элементы технического творчества [41].

Выбор метода научного исследования, направленного на успешный поиск решения научной проблемы (задачи), предопределяется ее характером и содержанием. Есть задачи сравнительно легкие, для которых уже имеются почти готовые способы решения, а есть проблемы невообразимой трудности, которые безуспешно решаются многие годы. Поэтому уместно поставить вопрос: что именно делает научную проблему трудной? Отсутствие необходимых методов решения вообще в науке или незнание существующих методов из-за отсутствия их в данной предметной области? По-видимому, первое чаще относится к фундаментальным, а второе — к прикладным исследованиям. Трудности могут иметь место из-за сложности разбиения общей проблемы на более простые частные задачи или из-за того, что в ней прячутся какие-то глубинные, ускользающие от сознания моменты. В [12] предпринята попытка разделить творческие задачи на пять уровней сложности.

К задачам *первого уровня* сложности относятся так называемые типовые, для решения которых имеются готовые алгоритмы, не требующие учета специфики задачи. Решение задач второго уровня сложности требует некоторого видоизменения известного способа, пусть даже незначительного. К третьему уровню относят задачи, требующие существенного изменения способа решения (задачи с «изюминкой») и усмотрения чего-то глубинного, не лежащего на поверхности. На четвертом уровне необходимо полностью изменить существовавший алгоритм или привести такие способы решения, которые ранее никогда и никем не применялись в данной предметной области. Наконец, решение задач пятого уровня

сложности требует применения принципиально новых, ныне не существующих и пока не известных науке методов.

Для эвристических задач, к которым относятся многие оперативно-тактические задачи, для решения которых нет аналитических алгоритмов, сложность определяется числом возможных вариантов решения, за которыми «прячется» отыскиваемый оптимальный вариант. В задачах *первого уровня* требуется перебор всего нескольких вариантов (обычно до десяти), оценка каждого из которых не требует знаний из других научных областей.

На *втором уровне* число вариантов может измеряться несколькими десятками (до 100), перебрать которые способен человек, имеющий соответствующую подготовку в одной и той же предметной (например, оперативно-тактической) области, включающей несколько различных научных дисциплин. Подобные задачи требуют терпения, настойчивости, уверенности в возможности их решения, которую подчас трудно реализовать, так как обычно человек «выдыхается» после 10–15 неудачных попыток найти нужное решение.

Правильное решение задач *третьего уровня* «прячется» уже среди сотен (до 1000) неудачных вариантов, и хотя современная вычислительная техника может существенно облегчить поиск нужного варианта, все же, как правило, такие задачи, вместо того, чтобы их решать «в лоб», требуют привлечения знаний из других научных дисциплин.

К примеру, вместо эвристического способа поиска оптимального маршрута полета самолета разведчика, минимизирующего число его обстрелов зональной группировкой «Хок» противовоздушной обороны противника, был успешно применен метод нелинейного программирования, основанный на предварительной записи в память ЭВМ рельефа местности с машинной оценкой ее влияния на огневые возможности группировки ЗРК. И хотя составные части этого метода решения известны, он, несомненно, вправе претендовать на научную новизну.

Решение задач *четвертого уровня* сложности эквивалентно перебору десятка тысяч вариантов, что требует привле-

чения соответствующих математических методов. Наконец, на *пятом уровне* количество проб возрастает до сотен тысяч. Известно, что Эдисон, для того чтобы изобрести щелочной аккумулятор, поставил около 50 000 опытов. Обобщая этот подход к оценке сложности подобных задач, можно считать ее равной показателю степени, в которую необходимо возвести число 10, чтобы представить общее количество подлежащих обозрению вариантов.

Каковы же те методы и те этапы, через которые проходит мысль ученого на пути к конечному результату — найденному решению научной проблемы (задачи), трудно даже представить.

1.4. Основные этапы научного творчества

Изучение истории подобно восхождению на возвышенность, с которой лучше виден не только пройденный путь, но и дорога в будущее.

А.И. Герцен

Выбор метода научного исследования, направленного на успешный поиск решения научной проблемы (задачи), предопределяется ее характером и содержанием. Часто эффективное решение научных задач высокого уровня сложности лежит за пределами той предметной области, в рамках которой отыскивается решение. В подобных случаях важно обратиться к соответствующему консультанту, чьи специальные знания могут оказать помощь в решении задачи. Не исключено, что способы решения ряда задач пока оказываются за пределами возможностей современной науки (например, отыскание глобального минимума на поверхности сложной конфигурации). Выяснение подобных вопросов позволит исключить напрасную трату времени.

Задачи высоких уровней сложности иногда удается решить благодаря «эстафетному» механизму. Актуальную задачу, как правило, решает то один, то другой исследователь, и безуспешно. Но они «перепахали» необозримое поле поиска, и казавшаяся ранее неразрешимой задача постепенно «упро-

щается» за счет сужения поля поиска, пока не оказывается кем-то решенной. И в подобном случае не всегда дело в «озарении» этого последнего «счастливчика». Неудачники те, кто штурмовал проблему в начале «эстафеты», могут быть даже способнее того, кто нашел ее решение, «пробежав» последний этап поиска. Просто у первых исследователей было слишком большое поисковое поле, и в этом смысле можно говорить, что проблему решал целый коллектив, последовательные усилия которого превратили задачу в сравнительно более простую, для решения которой осталось сделать последний рывок. Но для того, чтобы он стал реален, нужно знать историю проблемы, чтобы не начать заново «перепаживать» необозримое поисковое поле.

Научная деятельность по решению проблемы базируется на трех основах:

- 1) мировоззренческой, играющей роль общетеоретической базы;
- 2) методологической, позволяющей правильно составить план исследования, включающий изучение истории вопроса, процедуру добывания и обработки фактов, выбор совокупности методов, способов и приемов, принятых при разработке научного исследования;
- 3) «технической», связанной с применением конкретного аппарата (методики) исследования.

Для науки и каждого исследователя, особенно молодого, было бы весьма поучительно проследить за теми путями, которые приводят ученого к новому научному результату. Накопление опыта творческого решения научных проблем существенно осложняется тем, что из двух противоположных путей движения мысли ученого к конечному результату и от последнего к его описанию, первый путь, самый важный для познания «механизма» научного творчества теми, кто хочет овладеть методикой научного исследования, остается скрытым, недоступным.

Для научных работников главное заключается в том, чтобы уяснить, каким путем делается научное открытие, чтобы взять этот путь себе на вооружение. Изучение данной пробле-

мы связано с более общим вопросом об упомянутых выше двух противоположных направлениях мысли ученого. Первое из них — это то направление размышлений, которое преобладает в начале изучения исследуемого объекта или явления, когда мысль ученого движется в его глубь в поисках внутренних связей, закономерностей. Здесь исследование ведется в целях познания и открытия сущности изучаемого объекта или явления. Именно этот путь ученого к нахождению новой истины не является достаточно ясным и для других, да и для него самого. Он очень извилист, в нем много привходящих моментов, ассоциаций и аналогий, которые помогли прийти к открытию порой диковинным и непонятным образом. На этом пути мысли ученого, когда истина отыскивается, важно лишь одно — отыскать ее. О способах отыскания ее в этот момент ученый особенно не задумывается. Любой, даже самый странный с точки зрения здравого смысла, прием может оказаться пригодным, если только он может привести к цели исследования. О красоте и изяществе этого пути ученый на данном этапе движения мысли не беспокоится, так как главное еще не достигнуто. Не случайно, когда Ньютона спросили, каким путем он пришел к открытию законов всемирного тяготения, он ответил: *«Все время думал об этом»*.

Когда же главное получено и задача решена, то на первый план выступает то, что до сих пор оставалось в тени, — форма аргументации, доказательства, убеждения своих коллег в истинности найденного решения. С этого момента начинается течение мысли ученого в направлении, прямо противоположном первому пути. На этом втором пути, на завершающей стадии исследования, мысль ученого направлена на то, чтобы изложить в связной, логически последовательной форме все то, что было найдено на ее предшествующей стадии. Здесь главное внимание обращается на логическую обработку полученного результата, в котором основным становится пункт доказательства найденной истины. Поэтому в информации об открытии, сводимой к краткой формулировке нового научного положения, пропадает самое главное — великий труд, затраченный на то, чтобы достичь этого результата, найденной

разгадки; методика, по которой ученый пришел к цели своего исследования.

Именно поэтому первый путь — путь мысли ученого к истине — оказывается скрытым, недоступным для последующего изучения, так как он не находит отражения в информации о новом научном результате, которая носит характер простого, доступного, лаконичного изложения, оставляющего в тени всю проделанную первооткрывателем огромную работу по поиску новой истины.

Чтобы вывести у природы тайну, порой требуется нешаблонное, «алогичное» мышление, так как истина добывается не только на пути строгих умозаключений, подвластных логике, но и благодаря интуиции, огромная роль которой будет показана впоследствии. *«Я не могу рассказать, — замечает Д. Пойя, — истинную историю того, как происходит открытие, потому что этого никто не знает»* [цит. по: 13]. Когда говорят о логических операциях, предполагается, что это контролируемые сознанием акты, мысли, такие, о которых человек способен рассказать, т.е. восстановить алгоритм мыслительной деятельности. Что же касается интуитивных процессов, то ученый, как правило, не может восстановить алгоритм работы мысли, принесший результат. Алгоритм «уплывает» из-под контроля сознания. Интуитивное бесконтрольно, неподотчетно воле, с трудом улавливается. Более того, некоторые полагают, что до тех пор, пока мысль жестко контролируется, ей трудно получить что-либо новое, а вот когда человек «уходит» из-под контроля сознания, он скорее становится творцом. Выходит, что в высших пунктах творческого подъема сознание как бы перестает служить, а выражает некоторое предчувствие истины.

Из сказанного напрашивается вывод якобы не в пользу логически осознаваемой деятельности мышления, так как научное творчество в своих решающих пунктах обязано скорее интуитивной догадке, чем строго контролируемому движению мысли. Однако такой вывод был бы поспешным. Дело в том, что мозг человека способен хранить чрезвычайно обширную информацию, которую сознание не в силах охватить всю

одновременно, поэтому оно вынуждено оказывать ей внимание поочередно, выделяя каждый раз какую-то определенную дозу информации. При характеристике работы мозга в нем выделяют область так называемого «краевого сознания». Здесь сосредоточена основная масса сведений, в настоящий момент не вовлеченных в дело, не принимающих активного участия в научном поиске, но готовых в любой момент появиться в «поле зрения» сознания; они непосредственно соприкасаются с сознанием и обслуживают его.

Важно отметить, что в процессе решения научной проблемы в сфере бессознательного также идут поисковые процессы, возникают новые представления и идеи. Они сталкиваются между собой, переплетаются, благодаря чему рождаются новые сочетания, новые образы и комбинации идей.

Непроходимой грани между сознательными и интуитивными актами мысли нет. Поиск истины протекает в смене дополняющих друг друга логических и интуитивных процедур мысли, ибо творчество есть счастливое соединение логически дозированных, четких рассуждений с интуитивными прозрениями.

Анализ творческого процесса решения научной проблемы свидетельствует, что его можно разбить на несколько этапов. Так, например, исследователь научной деятельности Д.И. Менделеева академик Б.М. Кедров выделяет три стадии научного творчества:

- 1) подготовительная, для которой характерным является эволюционный процесс накопления количества информации (инкубация);
- 2) непосредственное осуществление скачка к новой идее (озарение);
- 3) обоснование дальнейшего поступательного движения идеи (доведение результата).

Однако чаще говорят о четырех этапах научного творчества, обозначающих заметные отрезки движения мысли ученого к новому научному результату.

Подготовка. На этом этапе создаются планы и программы на весь период научного поиска, идет формирование научной

проблемы, т.е. осознанного незнания, того, что не поддается объяснению существующей теорией. Возникает проблемная ситуация как осмысленное противоречие, которое необходимо устранить. На этом этапе важно добиться отчетливого понимания проблемной ситуации, которая глубже осознается в процессе упорядочения, систематизации знаний, бесед, консультаций, подготовки доклада и в ходе его обсуждения. Поэтому не следует «вариться в собственном соку». Ведь для того чтобы изложить проблему другому лицу, необходимо свести воедино свои взгляды на нее, выделить главное, разметить границы разделов, отделяющих ясное от неясного, и т.д. В процессе этой работы и обнаруживаются спорные точки, неясные пункты, обнадеживающие пути решения проблемы. На этапе подготовки значение логического фактора проявляется в том, что появление решаемой новой проблемы можно понять как продолжение предшествующего развития науки, и его обязательно нужно знать. Предчувствие, а затем осознание проблемы рождается на основе глубокого понимания истории данной научной проблемы, знания конкретных попыток ее решения другими исследователями.

После того, как проблема наметилась, ее предстоит корректно сформулировать (что не всегда удастся), расчленив на части, продумать возможность их перекомбинации («А что если задачу поставить по-другому?»), оценить диапазон варьирования условий и таким образом четко выявить объект и его стороны (предмет исследования). Благодаря такому «переворачиванию» проблемы, она лучше рассматривается под различными ракурсами, отчетливее укладывается в сознании; лучше и заметнее становятся все ее оттенки, оттачивается суть проблемной ситуации, которая «вынашивается, созревает» в рамках логически выдержанных операций, контролируемых сознанием.

Сколь ни подчинено на этапе подготовки мышление учебным правилам логики, не обходится и без интуиции. Ученые признают, что одной логики недостаточно, ибо доказывать не есть еще вся наука и интуиция должна сохранять свою роль как дополнение, даже своеобразное противоядие логике [14].

Охватить проблему в целом, наметить общий системный подход к ее решению, понять ее как единое целое, часто встроенное в систему более высокого уровня, не зная, быть может, еще ее деталей, — это идет от интуиции, не говоря о том, что выявление самой проблемы и путей ее решения часто сопровождается догадкой.

Инкубация. Теорема К. Геделя, если ее с теории множеств перевести на обычный язык, утверждает, что во всяком достаточно широком классе понятий существуют вопросы, на которые можно ответить, только расширив сам этот класс понятий [3]. Поэтому на этом этапе научного творчества логика бессильна, так как новое знание подчас невыводимо из прежних положений той же науки и, кроме того, ученому неизвестен алгоритм получения новых знаний. Это вынуждает апеллировать к аналогиям, обращаясь к смежным областям знаний, искать ответ с помощью интуиции.

Когда проблема не решается «в лоб», бывает полезно «отправить» ее в подсознание. Получив задание, мысль будет продолжать работу независимо от того, думает ли в данный момент исследователь над решаемой проблемой или нет. Как считает физиолог Н. Бехтерева, когда исследователь отвлекается от своей основной работы, «ответственные» за нее клетки мозга не просто отдыхают; происходит пока необъяснимое: мысли в это время словно «дозревают».

Под напором задания в мозгу образуется отражение проблемной ситуации, ее модель, которая настолько поглощает исследователя, что начинает жить самостоятельно, автономно. Модель становится очагом возбуждения, находящимся в состоянии повышенной активности.

Такие очаги агрессивны. Они привлекают к себе любые возникающие в мозгу раздражения и благодаря этому еще более усиливают свою активность. Любая поступающая в мозг информация осмысливается под углом зрения решаемой задачи, преобразуется так, чтобы помочь справиться с нею. Легко понять, насколько важно в этот период накапливать именно ту информацию, которая непосредственно или хотя бы косвенно связана с решаемой проблемой.

Отложившиеся в сознании ученого представления той эпохи, в которой он живет и которая его воспитала как ученого, как правило, благодаря логике направляют его мысли по «вектору психологической инерции». Поэтому выработанные ранее методы решения задач встают своеобразным барьером на пути к новым подходам, часто мешая по-новому взглянуть на исследуемую проблему. Этот психологический барьер упорно отбрасывает ученого на исходные рубежи, настойчиво предлагая проторенные пути и испытанные схемы в качестве готовых и потому часто неподходящих рецептов решения новых проблем.

«Бессознательное» мышление свободно от таких «предрассудков», оно не накладывает шор на взгляды исследователя именно потому, что свободно от власти строгой дисциплины логического мышления и, следовательно, способно раскрепостить мозг, освободив его от довлеющих схем, привычных методов и установок. Создаются условия, когда мысль проявляет себя смелее, решительнее в поисках нового на направлениях, не predetermined господствующими взглядами.

Бесконтрольность (во время отдыха, прогулки, сна и т.д.) позволяет вовлечь в научный поиск весь прошлый опыт со случайным и порой непредвиденным набором ассоциаций, о которых исследователь в данный момент не подозревает.

Плодотворность на этом этапе научного творчества в поисках решения проблемы находится в прямой зависимости от запаса знаний ученого, от его способности использовать все их богатство. Конечно, накопленная человеком информация не лежит в его памяти хаотической грудой сведений. Они приведены в согласие с принятыми наукой законами и разложены по «полкам» господствующих точек зрения.

Однако на этапе инкубации факты, благодаря предоставленной им свободе, вступают в непредусмотренный неконтролируемый альянс, и, когда одно из бесчисленных сочетаний оказывается вдруг удачным, оно и приводит к решению проблемы. Идеи возникают не тогда, когда мы желаем; решение часто приходит в «нейтральное» время, в часы, не по-

священные специально его поиску. И в этом своеобразный секрет научного творчества. В эти моменты, когда исследователю казалось, что он и не думал над проблемой, работа мозга продолжалась, следуя по нешаблонному пути поиска. О большом значении подготовительной работы, которая проходит в мозгу в период инкубации, говорил крупный французский ученый А. Пуанкаре, считая, что она играет роль стимула, заставляющего результаты, приобретенные во время покоя и остававшиеся за порогом сознания, облечься в форму, доступную сознанию. Но такая «бессознательная» работа плодотворна лишь в том случае, если ей предшествует и за нею следует период сознательной работы. Никогда «внезапные» догадки, подобно вдохновению, не происходят иначе, как после нескольких дней волевых усилий, казавшихся совершенно бесплодными. Но эти усилия не такие уж бесплодные, как это казалось. Именно они запускают в ход машину *бессознательного*, которая без них не стала бы двигаться и ничего бы не произвела. Необходимость сознательной работы представляется более понятной, надо пустить в действие результаты этого вдохновения, сделать из них непосредственные выводы, привести их в порядок, проверить и провести доказательства. Вдохновение обычно сопровождается чувством абсолютной достоверности найденного результата, но так бывает не всегда. Подчас это чувство обманывает, хотя и в этом случае ощущается не менее живо. Ошибка обнаруживается лишь тогда, когда хочешь провести строгое доказательство [14].

В книге Л. Инфельда «Эварист Галуа» [19] о молодом французском математике есть следующие слова, образно характеризующие муки научного творчества в период инкубации: *Галуа «знал, подобно тому, как это знали все великие ученые, что первый слабый луч света приходит только после настойчивых, непрерывных поисков; что над проблемой нужно думать дни и ночи; ждать, думать и передумывать, снова ждать, пока после непрестанных усилий первая искра понимания выведет на узкую тропу, ведущую к решению проблемы».*