

Краткий конспект лекций
«Методология научных исследований»
26.04.02 Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов
морской инфраструктуры (МЗКСР)

Важным моментом в изучении дисциплины является понимание основных методик научного поиска.

В соответствии с типом научной задачи осуществляется выбор концепции, сбор информации, поиск решения задачи. В одном случае ученый использует готовую методику исследования, в другом – новое сочетание известных методов, в третьем – изобретает новый метод исследования. Точно так же изменяются результаты исследования: в одном случае используются готовые сведения и идеи в преломлении к новому вопросу, другом – собираются сведения из нескольких источников, третьем – они сочетаются со своими данными. В результате изменяется толкование проблемы; на высшем уровне научного поиска получают новые данные по проблеме, находится новое решение и создается новая научная концепция. Отсюда другой важный вывод: *Исследователь решает научную проблему в зависимости от уровня сложности поставленной научно-поисковой задачи, от содержания и методики поиска, от уровня обобщения полученного им фактического материала.* Поэтому при всей объективности изучаемых наукой проблем в результате исследования ярко проявляется субъективный характер. Когда вы знакомитесь с результатами исследования, то важно обратить внимание на то, *с помощью какой методики проблема изучается, для какой цели.* И главное, кем именно (с какой подготовкой специалист, как он мыслит, каковы его способности). В соответствии с квалификацией исследователя изменяется и характер научного поиска.

I. *Способ проб и ошибок* – наиболее распространенный путь индивидуального научного поиска. Графически этот путь можно изобразить множеством стрелок, исходящими из одной точки, иногда направленных в противоположную сторону от истины, от рационального варианта решения проблемы. Поиск идет следующим образом. Ученый, проанализировав ситуацию, определив поле научного исследования, перебирает различные варианты решения научной задачи. Неизбежно первоначально он идет по известному пути, иногда повторяя то, что делали до него предшественники (в том числе и их ошибки). Когда применение известных решений не дает существенного результата, начинаются поиски оригинального пути. При этом каждый вариант должен доводиться исследователем до конца: необходимо извлечь все полезное. До предела улучшая запроектованный вариант

работы. Если при самом лучшем осуществлении все же результаты будут невысокими, исследователь, естественно, выдвигает новый вариант решения поисковой задачи. Основными правилами решения научной задачи путем проб и ошибок являются:

1) – при первичных поисках надо сдать анализ прежней методикой решения проблемы, и на этой основе дать оценку способа решения научной задачи в прошлом;

2) – в первоначальном поиске найти наиболее вредный фактор, который снижает эффективность разрабатываемой системы воспитания или обучения, а затем попытаться компенсировать его негативное влияние;

3) – опыт и имеющиеся представления нередко мешают поискам оптимального варианта решения поисковой задачи; учитывать, что оригинальные идеи, подходы, лежат нередко в направлении, противоположном общепринятым рекомендациям и прежним поискам. Попытаться найти оригинальную идею, которая помогла бы решить всю проблему в целом (как правило, на поиски такой идеи уходит до 1/3 всего времени исследователя);

4) – использовать опыт неудачных попыток, который должен давать новую информацию и сужать поле научного поиска, т.е. быть полезным с пользой для исследователя.

Конечно, метод проб и ошибок с позиции современной методологии нерационален: решение исследовательских задач требует более высокого коэффициента полезного действия. Этой цели служат другие способы решения научных проблем.

II. «Мозговой штурм» (*брейнсторминг*) был предложен американским психологом А. Осборном (1953). Это, по существу, более усовершенствованный вариант того же метода проб и ошибок. Обычно научный коллектив имеет людей, способных генерировать новые идеи, и специалистов с ярко выраженной критической жилкой. При «мозговом штурме» группа, генерирующая идеи, в течении 40-50 минут высказывает самые смелые, дерзкие, а иногда и абсурдные идеи. Главное, что бы эти идеи как-то касались исследовательской проблемы и носили оригинальный характер. Все это записывается, протоколируется, затем каждая идея подвергается тщательному анализу со стороны группы «критиков» (экспертов) и выбирается та, которая оказалась одновременно оригинальной и выдержавшей критический анализ. В этом способе научного поиска также существуют некоторые правила:

1) – в группу «генераторов идеи» должны входить представители разных специальностей (или научных школ);

2) – при выдвижении идей недопустима критика: надо дать каждому полную свободу высказываний и аргументации своей идеи;

3) – при анализе идей надо продумывать до конца каждую, самую фантастическую на первый взгляд новую мысль;

4) – надо разнообразить виды «мозгового штурма»: иногда целесообразно направить его на критику недостатков разработанной методики исследования или научной гипотезы, на опровержение «очевидных истин»;

5) – «мозговой штурм» помогает преодолеть инерцию мысли, он должен носить вспомогательный характер и не заменять научного поиска данного ученого. Не следует преувеличивать возможности этого способа решения научных проблем.

III. *Метод контрольных вопросов* построен на принципе морфологического анализа, предложенного американским ученым В. Цвикки (1942). Суть этого метода эвристики заключается в том, что ученый последовательно отвечает на ряд вопросов, ответы на которые и сокращают время его поисков.

В результате ответа на комплекс вопросов должно быть выявлено основное противоречие в изучаемой области.

IV. *Научное руководство* – наиболее оптимальный в современных условиях путь решения научных проблем. Дело в том, что с помощью ученых с большим опытом и стажем исследовательской работы успешно преодолеваются весьма сложные проблемы научного поиска начинающего ученого, аспиранта, учителя. Прежде всего, облегчен выбор темы исследователя: научный руководитель знает состояние науки, те проблемы, которые уже решены на достаточном уровне, и те которые надо решить в первую очередь. Облегчается и разработка методики исследования, поиск оптимального варианта решения проблемы, научный анализ полученного фактического материала. Вместе с тем, при всей плавности такого типа научно-исследовательской работы неизбежны некоторые недостатки: в главном направлении поисков, определенных научным руководителем, лежат и его основные научные идеи, которые невольно сковывают поиск новых концепций, часто превращают очередную диссертацию в способ подтверждения идеи научного руководителя. Между тем, недаром говорят, что ученый утверждается с того момента, когда он начинает критиковать своего научного руководителя, открывает новые пути решения проблемы. Отсюда весьма остро встает вопрос о научной этике, о взаимоотношениях старшего и младшего поколения ученых.

Научные руководители предостерегают молодых исследователей, чтобы избежать ряда типичных ошибок:

1) В решении новых научных задач нельзя пользоваться старыми аналогиями и прежним подходом к проблеме. Как правило, до 70% начинающих исследователей ищет, подражая своим предшественникам; изменяя преимущественно комбинацию элементов воспитательной системы, а не сами элементы и их структурную связь.

2) В научном поиске важно не только добиться какой-то цели кратчайшим путем, но и при этом не потерять то положительное, что имелось в прежнем решении данной проблемы.

3) Начинаящий исследователь, как правило, ищет новую систему работы, а не новое понимание теории вопроса (до 77% исследовательских работ, по данным эвристики, решают проблему на самых низких уровнях – комбинированном и системном). Между тем лишь на основе новой идеи или научной концепции возможно коренное совершенствование самой практической системы.

4) Зачастую первые научные работы страдают теоретической и практической незавершенностью. Поэтому научный руководитель должен обратить особое внимание на поднятие разрабатываемой идеи, концепции или воспитательной работы до максимально идеального уровня. Все элементы этой идеи, концепции, системы должны быть «притерты» друг к другу, действовать во взаимосвязи, на оптимальном режиме, причем каждый элемент должен выполнять максимально синтетическую функцию.

5) Надо всячески предостерегать от слепого заимствования из других наук методов исследования, понятий, терминов. Научная терминология всегда определяет характер научного мышления. Поэтому заимствование чужой терминологии несет опасность заимствования самого подхода этой науки. Одновременно нельзя забывать, что инерция научной терминологии порождает инерцию мышления. Всякое новое явление должно иметь и точное определение, а на этой основе возникает потребность в новой терминологии. Конечно, вновь открытое явление не всегда можно сразу точно обозначить тем или иным термином, поэтому часто применяется условное обозначение, определение, название.

6) В исследовании обычно основная функция научного руководителя – помощь в разработке гипотезы и методики исследования. Эта проблема решается двумя путями: молодому исследователю рекомендуется изучить литературу и на этой основе разработать проект методики исследования своей проблемы. Но нередко аспирант идет по другому пути. Он пользуется разработкой методики исследования проблемы, которая применяется данным научным коллективом, хотя коррективы исследователь должен вносить сам, учитывая специфику своей темы.

V. *Самостимулирование творческого мышления* – один из важных путей решения научно-исследовательских задач. Начинающий исследователь пользуется определенными правилами, которые облегчают творческий процесс, помогают избежать ненужных ошибок.

1) В начале научной работы надо научиться находить интересные мысли и оригинальные способы решения научных задач, изучая литературу и передовой опыт. «Коллекционирование» оригинальных идей и фактов осуществляется с помощью картотеки. Ум исследователя при этом привыкает к смелому решению вопросов, впитывает в себя опыт и знания предшественников, возбуждается жажда творчества.

2) Надо развивать в себе чувство нового, стремиться быть в курсе современных научных концепций, тщательно следить за полемикой по тому или иному вопросу. Это развивает кругозор, вырабатывает критический подход к тому, что сделано в науке прежде. Одновременно человек познает диалектику становления и развития научных идей, пытается преломить все новое по отношению к своей проблеме, ищет новое объяснение известным фактом.

3) Постоянно следить за литературой по методике исследования, просматривать и записывать в специальную тетрадь все новое, что есть в авторефератах и статьях по этой проблеме. Обогащение арсенала методики исследования помогает внести необходимые коррективы в собственный научный поиск, получить более точные фактические данные. Это особенно пригодится в будущей исследовательской работе.

4) Надо всячески развивать творческое мышление в направлении его нестандартности, оригинальности. Здесь существует немало приемов: допущение невероятного или идеального в решении проблемы, а затем их оптимальная замена реальным; признание очевидного за невозможное, поиски нечто противоположного общепринятому; всячески использование аналогий, взятых из других наук. Хотя, естественно, возникнут абсурдные ситуации, ум все-таки найдет новые пути решения научных проблем, увидит новые аспекты в известном (в эвристике это называется ариозным мышлением).

5) В решении исследовательской задачи надо искать и необходимые пути. Не всегда крепость можно взять штурмом: лобовая атака – далеко не идеальный путь решения большинства проблем.

6) Наконец, молодому исследователю не следует надеяться на легкое внедрение своих идей в практику. Поэтому надо искать наиболее простое практическое решение самой сложной творческой концепции.

Метод экспертных оценок

1. Сущность метода

Чтобы получить количественные данные о каком-то качественном явлении, т.е. для шкалирования качественных явлений, можно применять общенаучные методы коллективной и индивидуальной экспертной оценки.

Сущность метода экспертных оценок заключается в проведении экспертами интуитивно – логического анализа проблемы с количественным суждением и формальной обработкой результатов. Получаемое в результате обработки обобщенное мнение экспертов принимается как решение проблемы. От экспертизы отличают метод экспертных оценок две особенности: научно обоснованная организация проведения всех этапов экспертизы; применение количественных методов при организации экспертизы и при оценке суждений экспертов и их обработке.

Методы экспертных оценок широко применяются при прогнозировании развития той или иной области науки, при решении управленческих вопросов в народном хозяйстве.

На основе экспертной оценки устанавливается степень согласованности мнений экспертов по какому-то исследуемому вопросу и объективность обоснования выводов экспертов. Последний вопрос важен с точки зрения научности этого метода. Экспертные оценки не могут быть голословными, неаргументированными субъективными мнениями, а должны опираться на существующие объективные связи между фактами и явлениями.

Метод экспертных оценок можно эффективно применять и в таких случаях, когда количественным, точно измеряемым явлениям надо дать качественные оценки.

Например, при оценке профессиональных качеств личности некоторые показатели являются точно измеряемыми, некоторым же можно дать оценку лишь на основе мнений специалистов. Методами экспертных оценок, основанными на использовании знаний, интуиции и опыта квалифицированных специалистов, можно достаточно обобщать различные индивидуальные мнения специалистов по тем или иным вопросам.

Достоверность коллективной экспертной оценки зависит от компетентности и эрудиции экспертов, от степени их знакомства с той областью, по которой проводится экспертиза, от стажа и результатов их работы в данной проблеме, от степени аргументированности своего мнения и от объективного отношения к обсуждаемой проблеме, а также от их количества экспертов.

2. Разновидности метода

1. Метод комиссии. Заключается в том, что на базе совокупности индивидуальных мнений экспертов стараются найти самое объективное

мнение для решения какого-то вопроса. Так как эксперты работают при этом методе в группе, то они могут непосредственно обмениваться друг с другом мнениями. При методе комиссии каждый эксперт защищает свое мнение, но должен быть готовым при необходимости изменить его. Надо иметь в виду, что при этом методе на конечный результат могут повлиять личные отношения между экспертами, авторитет, нежелание отказаться от своего мнения и т.д.

При изложении своего мнения эксперт должен аргументировать и мотивировать свою позицию, привести доказательства и иллюстрирующие примеры и выдвинуть свое предложение по обсуждаемой проблеме.

2. *Метод мозгового штурма (или метод коллективной генеральной идеи)*. При этом методе конечное решение принимается не на основе суммы индивидуальных мнений экспертов, а на основе группового мышления экспертов. При помощи этого метода стараются получить новые идеи, оценивать новые гипотезы о развитии какого-то исследуемого явления.

Сущность метода мозгового штурма заключается в решении двух задач: творческого генерирования новых идей; анализа и оценки предложенной идеи.

Для решения этих задач образуется *две группы экспертов*. В *первой* группе – генераторов идей – от 4 до 15 человек. За несколько дней до начала сессии им предоставляется информация об обсуждаемой проблеме. В процессе работы этой группы критика какой-либо оценки высказываемых идей не допускается. Во время заседания экспертов их мысли и идеи должны подхватываться, развиваться, комбинироваться; участники заседания должны «раскачивать» друг друга, результатом чего должна быть лавина идей.

На следующем этапе работы *вторая* группа – аналитиков – критически рассматривает высказывание на первом этапе идеи и мысли и отбирает наиболее ценные из них. Такое деление этапов экспертизы позволяет углубить анализ, усилить критику и сделать её более объективной.

3. *Метод Дельфи*. Заключается в последовательном анкетировании экспертов и выявлении преобладающего суждения специалистов по какому-то вопросу. Характерным для метода Дельфи является отсутствие контактов экспертов и коллективных обсуждений, многотуровый опрос экспертов, обмен анонимной информацией экспертов и обоснованность их ответов. На *первом* этапе при помощи ранжирования явлению *дается количественная оценка*. Затем экспертам даются для анализа обоснованные анонимные выводы других экспертов по данному вопросу и разрешается по желанию дополнить свою первоначальную анкету.

Во *втором* туре полученные средние и крайние мнения экспертов и аргументации сообщаются экспертам и проводится *третий* тур опроса. В ходе

его эксперты снова пересматривают свои ответы и аргументируют новое решение. Обычно после этого тура опроса ответы эксперты не изменяются, и опрос можно прекратить.

Недостатками метода Дельфи надо считать большие затраты времени для его проведения и полное исключение прямого обмена мнениями между экспертами. Для устранения этих недостатков разработаны различные дополнения метода Дельфи.

4. Метод эвристического прогнозирования. Отличается от предыдущих методов четким теоретическим обоснованием, выяснением компетентности экспертов и алгоритм обработки полученной информации.

5. Метод обобщения независимых характеристик. Состоит в том, что о наблюдаемом работнике дают независимые оценки различные люди (мастер, бригадир, рабочие). Под обобщением характеристик подразумевается здесь не их суммирование для нахождения средних тенденций, а подробный анализ и синтез различных характеристик, в ходе которых отбрасывается все несущественное, случайное и противоречивое. Этот метод считается одним из самых эффективных методов при изучении личности в трудовом процессе.

3. Организация экспертной оценки

Экспертную оценку лучше всего проводить в такой последовательности.

1. Подготовка руководящего документа экспертной оценки. В этом документе должны быть фиксированы следующие вопросы.

- 1) постановка задачи;
- 2) цели эксперимента;
- 3) сроки выполнения работ;
- 4) руководитель и состав группы проведения экспертной оценки;
- 5) материальное обеспечение работы.

2. Выяснение исходной информации. По поставленной задаче и цели выясняются данные исходной информации, предлагаемой экспертам. Такая информация позволяет объективизировать ответы экспертов.

3. Формирование экспертной группы и оценка компетентности экспертов.

Например, для решения данной проблемы создается экспертная группа в составе 20 человек, в которую должны войти ведущие специалисты, научные сотрудники.

Для определения компетентности экспертов и решения репрезентативности экспертной группы используется анкета, в которой отмечаются следующие данные об эксперте:

- 1) стаж работы в области обсуждаемой проблемы;
- 2) наличие ученой степени или звания;

3) опубликованные печатные работы в области обсуждаемой проблемы (монографии, учебники, методические разработки, учебные пособия, статьи);

4) источник аргументации по обсуждаемой проблеме (теоретический анализ, экспериментальное исследование, обобщение опыта, собственный педагогический опыт, интуитивное представление);

5) степень знакомства с областью, к которой относятся обсуждаемые вопросы (на уровне авторства книг и методических рекомендаций; на уровне рецензента, члена комиссии; основательно по литературе, немного по литературе; отсутствует знакомство с проблемой).

4. Подготовка и проведение опроса экспертов. Опрос является главным этапом метода экспертных оценок. Называются три типа задач, которые решаются в процессе опроса: качественная или количественная оценка заданных объектов; построение новых объектов; оценка новых объектов.

При коллективном опросе используются следующие основные виды опроса: дискуссия; анкетирование и интервьюирование; метод мозгового штурма.

При проведении опроса уточняется время и место проведения опроса, количество и задачи туров опроса; форма проведения опроса; порядок фиксации и сбора результатов опроса, необходимые документы.

На первом общем собрании экспертов проводится дискуссия экспертов и выясняется при её помощи круг вопросов, которые являются наиболее спорными и должны быть включены в таблицу экспертных оценок. Эти и другие вопросы заносятся в таблицу, которая передается каждому эксперту для ответов.

При составлении таблиц надо учесть, что более общие вопросы задаются раньше, чем более узкие, и что заданные эксперту вопросы должны получить количественно определяемые ответы. Кроме того, надо обеспечить однозначность понимания отдельных вопросов и независимость ответов экспертов при заполнении таблиц.

5. Обработка результатов экспертной оценки. Для подведения итогов экспертизы материалы индивидуальных экспертных оценок надо обработать статистическими методами. При помощи этих методов находят средние показатели статистической совокупности, варьирование значений элементов совокупности, связи между признаками совокупности и другие необходимые показатели. Эти данные представляются на собрании экспертов для дальнейшего обсуждения.

6. Анализ и оформление результатов экспертной оценки. Результаты коллективного аргументированного обсуждения одобряются и берутся за основу для конечного решения проблемы. Только выдвинутые на базе

всестороннего аргументированного обсуждения выводы, предложения и рекомендации являются научно обоснованными.

Метод моделирования

Методом моделирования называется такой общенаучный метод исследования, при котором изучается не сам объект познания, а его изображение в виде так называемой модели, но результат исследования переносится с модели на объект. Моделирование как метод познания применяется тогда, когда непосредственное исследование оригинала невозможно или эстетически не рекомендуемо.

Под *моделью* надо понимать объект, который соответствует другому объекту (оригиналу), заменяет его познании и дает о нем или о его частях информацию.

Модели обычно бывают в виде рисунков, чертежей, схем, таблиц, матриц, символов или описывается в виде текста. В модель включают важные с точки зрения познания черты и исключают несущественное. Модели в широком смысле должны изображать что-либо из подлежащих изучению объектов реального мира.

Применяемые в науке модели разделяются на две группы.

К *первой* группе относятся все материальные предметные модели, которые имитируют структуру или функции объекта и непосредственно воспринимаются органами чувств.

Ко *второй* группе – вычислительные модели, существующие как отображение объектов, непосредственно не воспринимаемых органами чувств. Их делят на *наглядно-образные* и *логико-символические*. Наглядно-образные модели бывают в виде слов, схем, чертежей или пространственных конструкций. Логико-символические (знаковые) модели строятся как логические и математические исчисления, в них особенности реальных явлений представлены символами, и поэтому их называют математическими моделями.

Наиболее абстрактными являются логико-символические модели. Эти модели ценны с точки зрения облегчения путей познания, так как их дальнейшие преобразования и последующая конкретизация позволяют познать неизвестное, углубить знание уже известного и дать на основе этих знаний практическое решение.

Модель есть средство познания, основанное на аналогии. Но аналогия не тождество. Несовпадение модели и оригинала наблюдается главным образом в том, что модель, воспроизводя структуру оригинала, упрощает его, отвлекаясь от несущественного. Поэтому модель служит обобщенным отражением явления, она никак не тождественна ему. Модель является

результатом абстрактного обобщения практического опыта, а не непосредственным результатом эксперимента.

Каждый характеризующий явление фактор должен получить в модели точное определение, которое должно быть стабильным в течение всего рассуждения.

Метод математического моделирования применялся в различных науках.

Например, в психологии уже во второй половине XIX века, а в педагогике в начале XX века. Были применены: модель логарифмической функции для описания связи между силой раздражителя и интенсивностью ощущения, модель «кривой забывания» и модели количественной зависимости между числом упражнений (или повторений) и объемом (или качеством) усвоения знаний и навыков.