

ЛЕКЦИЯ 1

Наука. Основные положения. Принципы и средства научного познания. Определение темы исследования. Общий подход к проведению научно-исследовательской работы: теоретические и экспериментальные исследования. Общий подход к проведению научно-исследовательской работы: теоретические и экспериментальные исследования

1. Современная теория методологии научного поиска

Дисциплина «Методология и организация научных исследований» является одной из важнейших форм учебного процесса. Научные лаборатории и кружки, студенческие научные общества и конференции, - всё это позволяет студенту начать полноценную научную работу, найти единомышленников по ней, с которыми можно посоветоваться и поделиться результатами своих исследований. Так или иначе, исследовательской работой занимаются все студенты вузов. Написание рефератов, курсовых, дипломных работ невозможно без проведения каких-то, пусть самых простых исследований. Но более глубокая научная работа, заниматься которой студента не обязывает учебный план, охватывает лишь некоторых. Студент, занимающийся научной работой, отвечает только за себя; только от него самого зависят тема исследований, сроки выполнения работы, а также, что немаловажно, и будет ли выполнена работа вообще. Затрачивая своё личное время, студент развивает такие важные для будущего исследователя качества, как творческое мышление, ответственность и умение отстаивать свою точку зрения. Со стороны преподавателя необходимы доброе внимание и поддержка, без которых, студент, особенно на младших курсах, не захочет (да и просто не сможет) заниматься скучной наукой, какой кажется почти любая дисциплина на начальных стадиях ее освоения. Часто труд преподавателя сравнивают с трудом садовника. Так вот, если подготовку простых студентов можно сравнить с выращиванием картофеля, где имеются

наработанные технологии и удобрения, то подготовку будущих научных работников в кружках Академии можно сравнить с выращиванием редкого на наших полях ананаса. Один неверный шаг, один неверный совет, - и весь долгий труд может оказаться бесполезным, и редкое растение погибнет, не принеся плодов.

2. Основные понятия и определения научно-исследовательской работы.

Приступая к проведению научно-исследовательской работы, следует, прежде всего, усвоить язык, на котором ученые общаются между собой. Язык науки весьма специфичен. От владения понятийным аппаратом зависит, насколько точно, грамотно и понятно исследователь может выразить свою мысль, объяснить тот или иной факт.

Автореферат диссертации – научное издание в виде брошюры, содержащее составленный автором реферат проведенного им исследования, представляемого на соискание ученой степени.

Аспект – угол зрения, под которым рассматривается объект (предмет) исследования.

Гипотеза – научное предположение, выдвигаемое для объяснения каких-либо явлений.

Диссертация – научное произведение, выполненное в форме рукописи, научного доклада, опубликованной монографии или учебника. Служит в качестве квалификационной работы, призванной показать научно- практический уровень исследования, представленного на соискание ученой степени.

Информация: **обзорная** – вторичная информация, содержащаяся в обзорах научных документов; **релевантная** – информация, заключенная в описании прототипа научной задачи; **реферативная** – вторичная информация, содержащаяся в первичных научных документах; **сигнальная** – вторичная информация различной степени свертывания, выполняющая функцию предварительного оповещения; **справочная** – вторичная информация, представляющая собой систематизированные краткие сведения в какой-либо

области знаний.

Исследовательская специальность – (часто именуемая как направление исследования) - устойчиво сформировавшаяся сфера исследований, включающая определенное количество исследовательских проблем из одной научной дисциплины, включая область ее применения.

Исследовательское задание – элементарно организованный комплекс исследовательских действий, сроки исполнения устанавливаются с достаточной степенью точности. Исследовательское задание имеет значение только в границах определенной исследовательской темы.

Категория – форма логического мышления, в которой раскрываются внутренние, существенные стороны и отношения исследуемых предметов.

Концепция – система взглядов на что-либо, основная мысль, когда определяются цели и задачи исследования и указываются пути его ведения.

Краткое сообщение – научный документ, содержащий сжатое изложение результатов (иногда предварительных), полученных в итоге научно-исследовательской или опытно-конструкторской работы. Назначение такого документа- оперативно сообщить о результатах выполненной работы на любом ее этапе.

Ключевое слово – слово или словосочетание, наиболее полно и специфично характеризующее содержание научного документа или его части.

Научная дисциплина – раздел науки, который на данном уровне ее развития, в данное время освоен и внедрен в учебный процесс высшей школы.

Научная тема – задача научного характера, требующая проведения научного исследования. Является основным планово-отчетным показателем научно-исследовательской работы.

Научная теория – система абстрактных понятий и утверждений, которая представляет собой не непосредственное, а идеализированное отображение действительности.

Научное исследование – целенаправленное познание, результаты которого выступают в виде системы понятий, законов и теорий.

Научное познание – исследование, которое характеризуется своими особыми целями, а главное - методами получения и проверки новых знаний.

Научно-техническое направление научно-исследовательской работы – самостоятельная техническая задача, обеспечивающая в дальнейшем решение проблемы.

Научный факт – событие или явление, которое является основанием для заключения или подтверждения. Является элементом, составляющим основу научного знания.

Обзор – научный документ, содержащий систематизированные научные данные по какой-либо теме, полученные в итоге анализа первоисточников. Знакомит с современным состоянием научной проблемы и перспективами ее развития.

Объект исследования – процесс или явление, порождающее проблемную ситуацию и избранное для изучения.

Предмет исследования – все то, что находится в границах объекта исследования в определенном аспекте рассмотрения.

Проблема – крупное обобщенное множество сформулированных научных вопросов, которые охватывают область будущих исследований. Различают следующие виды проблем: **исследовательская** – комплекс родственных тем исследования в границах одной научной дисциплины и в одной области применения; **комплексная научная** – взаимосвязь научно-исследовательских тем из различных областей науки, направленных на решение важнейших народнохозяйственных задач; **научная** – совокупность тем, охватывающих всю или часть научно-исследовательской работы, предполагает решение конкретной теоретической или опытной задачи, направленной на обеспечение дальнейшего научного или технического прогресса в данной отрасли.

Умозаключение – мыслительная операция, посредством которой из некоторого количества заданных суждений выводится иное суждение, определенным образом связанное с исходным.

Фактографический документ – научный документ, содержащий

текстовую, цифровую, иллюстративную и другую информацию, отражающую состояние предмета исследования или собранную в результате научно-исследовательской работы.

Формула изобретения – описание изобретения, составленное по утвержденной форме и содержащее краткое изложение его сущности.

Формула открытия – описание открытия, составленное по утвержденной форме и содержащее исчерпывающее изложение сущности открытия.

3. Общие подходы к проведению научно-исследовательской работы. Общие процессы научных исследований: научный поиск, внедрение.

Цель этого раздела – научить оптимальной организации деятельности студентов, которые ставят перед собой задание защита квалификационной магистерской работы через ознакомление с принципами построения научно-технического отчета, принципами и методами установления новизны, достоверности и практической значимости научных результатов.

Научное исследование состоит из четырех взаимосвязанных процессов: 1 – общее ознакомление с проблемой (выбор темы, составление плана программы); 2 – информационный поиск (критический анализ результатов поиска, уточнение целей, определение темы); 3 – научный поиск (теоретические и экспериментальные исследования); 4 – внедрение, которое осуществляется выполнением опытно конструкторских и доводочных работ, на этом этапе проводятся научные исследования и оценка технико-экономической эффективности.

Научный поиск – интеллектуальный процесс, под которым понимаются свободные фундаментальные, целенаправленные фундаментальные и прикладные исследования. Эффективность научного поиска зависит от его организации. Основные принципы научного поиска – коллективность, комплексность, завершенность, преемственность научных и технических идей распространение основных положений одной науки в другие, сочетание фундаментальных и прикладных, теоретических и экспериментальных

исследований.

Весь *ход* научного исследования можно приблизительно изобразить в виде такой логической схемы: 1) обоснование актуальности избранной темы; 2) постановка цели и конкретных заданий исследования; 3) определение объекта и предмета исследования; 4) выбор методов (методики) проведения исследования; 5) описание процесса исследования; 6) обсуждение результатов исследования; 7) формулировка выводов и оценка полученных результатов.

Обоснование актуальности избранной темы - начальный этап любого исследования. Темы раздела научной работы связывают, как правило, с направлениями основных научно-исследовательских работ научных учреждений и организаций и утверждаются руководителями квалификационной работы для каждого студента персонально.

Описание процесса исследования - основная часть работы, где освещают методику и технику исследования с использованием логических законов и правил. Очень важен этап хода научного исследования - обсуждение его результатов с руководителем квалификационной работы, на студенческих научных семинарах и конференциях. Заключительным этапом хода научного исследования являются выводы, которые содержат то новое и существенное, что составляет научные и практические результаты проведенной исследовательской работы.

4. Требования к научным исследованиям. Этапы научно-исследовательского процесса.

Под *научными исследованиями* понимается один из видов целенаправленной деятельности, отличающийся от других видов тем, что: 1) содержит творческую часть, которую можно назвать мысленным экспериментом с воображаемыми объектами; 2) устремлен на выяснение существенных характеристик явлений, процессов, которые в итоге выступают как важные обобщения в форме принципов, закономерностей и законов; 3) исследователь не имеет каких-либо алгоритмических предписаний успеха, нельзя также найти решение проблемы в

литературе или выяснить это решение у своих коллег по науке; 4) исследователь поставлен в положение, когда он оказывается перед лицом сложности научной проблемы, испытывает объективную недостаточность информации, очевидную неопределенность направления поиска. А созданные до него средства исследования не являются адекватными проблеме. Это противоречие - источник творческого состояния исследователя, в условиях которого разрабатывается гипотеза и методика научного поиска.

Этап I. Общее ознакомление с проблемой исследования, определение ее внешних границ. На этом этапе устанавливается уровень ее разработанности, перспективность. Исследователь должен ясно осознавать и мотивировать потребности общества в знании по данной проблеме.

Соотношение темы и проблемы - важный вопрос в методологии. Тема исследования не является частью проблемы. По отношению к теме наиболее общим (и притом ближайшим!) понятием является «направление», представляющее собой связку однородных тем.

Существует методологическая закономерность формулировок тем исследования и достаточно быстрой смены одного или нескольких проблемных аспектов исследовательской темы. Тема живет долго, а проблемные аспекты ее меняются и под влиянием научно-технического и социального прогресса, и под влиянием изменения мировоззренческих взглядов на природу изучаемого явления.

Этап II. Формулирование целей исследования. Цели исследования выступают как достижение неких новых состояний в каком-либо звене исследовательского процесса или как качественно новое состояние - результат преодоления противоречия между должным и сущим. Помимо формулирования общей цели формируются частные, промежуточные цели. Цели исследования должны конкретно формулироваться и находить свое выражение в описании того прогнозирующего состояния, в котором желательно видеть объект исследования в соответствии с социальным заказом. Цель исследования есть всегда описание проектируемого нормативного результата, вписанного в контексте связей более

общей системы. Разработка иерархии целей завершается построением сетевого графа (или дерева целей), в котором выделяется критический путь, оптимизирующий последовательность выполнения научно-исследовательских операций и всевозможных работ для достижения конечной цели.

Этап III. Разработка гипотезы исследования. Гипотеза исследования становится прообразом будущей теории в том случае, если последующим ходом работы она будет подтверждена. Поэтому при разработке гипотезы исследователь должен иметь в виду основные функции научной теории.

Поскольку речь идет о построении гипотезы как теоретической конструкции, истинность которой должна быть доказана экспериментально или массовым, организованным, контролируемым опытом, она уже в качестве проекта должна выполнять соответствующие функции в границах предмета исследования - описательную, объяснительную, прогностическую.

Удовлетворяя этим требованиям, гипотеза описывает структурную композицию предмета исследования как проявления качества единства целого. Тем самым в руки исследователя даются средства и методы управления процессом экспериментального преобразования действительности, гипотеза прогнозирует конечные результаты преобразования и долговременность их существования.

Этап IV. Постановка задач исследования. Констатирующий эксперимент.

Гипотетически представленные внутренние механизмы функционирования исследуемого явления, предположительно описанные существенные его характеристики соотносятся с целями исследования, т. е. конечными проектируемыми результатами. Это соотнесение позволяет перейти к формулированию задач исследования.

Такая теоретическая работа направлена на выработку формы и содержания конкретных поисков заданий, устремленных на оптимизацию, варьирование условий (внешних и внутренних, существующих и экспериментально приносимых), в результате которых гипотетическая причинно-следственная связь приобретает все черты объективной закономерности.

Таким образом, констатирующий эксперимент не формирует каких-либо новых, заданных качеств у объекта, его задача в другом: в объективном исследовании и установлении наличных существенных количественных и качественных характеристик, в установлении законов функционирования процесса в исходном состоянии, в причинном объяснении этого состояния. Именно такого рода знания являются отправным основанием для формулирования целей и задач исследования.

Этап V. Вид преобразующего эксперимента и его организация. Новый этап движения научного поиска наступает после формулирования исследовательских задач. Должен быть представлен полный перечень существенных условий, как поддающихся регулированию, так и допускающих хотя бы стабилизацию. Из этого описания становится ясным вид, содержание, набор средств направленного преобразования объекта (процесса, явления) с целью формирования у него заранее заданных качеств. Программа экспериментальной работы (т. е. перечень работ на весь собственно экспериментальный период), методика эксперимента и техника регистрации текущих событий экспериментального процесса осуществляются прямыми и косвенными наблюдениями, проведением бесед, анкетированием, изучением всевозможной документации и материальных свидетельств. Основные качества исследуемых методик, которых надлежит добиваться при планировании эксперимента, состоят в том, чтобы обеспечить с их помощью репрезентативность, валидность эксперимента, его достаточную разрешающую способность для разделения фактического материала по типическим группам или различия ступеней интенсивности изучаемого качества, функционирования процесса.

Этап VI. Организация и проведение эксперимента. Организация и проведение эксперимента начинается с испытательной проверки экспериментальной документации: исследовательских методик, вопросников, анкет, программ бесед, таблиц или матриц для регистрации и накопления данных. Назначение такой проверки - внести возможные уточнения, изменения в документацию, отсеять излишества по сбору фактических данных, которые впоследствии окажутся

обременительными, отнимающими время и отвлекающими внимание от центральных вопросов проблемы.

Экспериментальный процесс – наиболее трудоемкая, напряженная, динамичная часть научного исследования, остановить который невозможно, эксперимент не допускает каких-либо незапланированных пауз.

В процессе эксперимента исследователь обязан: непрерывно поддерживать условия, обеспечивающие неизменность темпа и ритма протекания эксперимента, сходство и различие экспериментальных и контрольных групп; 2) варьировать и дозировать управляемые условия и интенсивность факторов, оказывающих направленное влияние на конечные результаты, подлежащие сопоставлению; 3) систематически оценивать, измерять, классифицировать и регистрировать частоту и интенсивность текущих событий экспериментального процесса, включая такие его моменты, когда объект исследования приобретает устойчивые запланированные характеристики; 4) параллельно эксперименту вести систематическую первичную обработку фактического материала с тем, чтобы сохранить его свежесть и достоверность деталей, не допустить наслоения на него последующих впечатлений и интерпретаций.

Этап VII. Обобщение и синтез экспериментальных данных. На предшествующих этапах аналитическая стадия исследования закончилась. На этапе обобщения и синтеза экспериментальных данных начинается воссоздание целостного представления об исследуемом объекте, но уже с точки зрения сущностных отношений и на этой основе экспериментально преобразованного. Накопленный достаточный фактический материал, частично уже систематизированный в процессе эксперимента, переходит во внутреннюю лабораторию ученого, в которой логические и формализованные методы исследования экспериментального материала приобретают первостепенное значение. Фактический материал подвергается квалификации по разным основаниям, формируются статистические последовательности, полигоны распределения, обнаруживаются тенденции развития стабильности, скачков в формировании качеств объекта экспериментального воздействия и исследования.

Индуктивные и дедуктивные обобщения фактического материала строятся в соответствии с требованиями репрезентативности, валидности и релевантности. На основе объективно познанных закономерностей проводятся: 1) ретроспективная ревизия выдвинутой гипотезы с целью перевода ее в ранг теории, в той ее части, в которой она оказалась состоятельной; 2) формулирование общих и частных следствий в этой теории, допускающих контрольную ее проверку и воспроизведение экспериментального эффекта в иное время и в ином месте другими исследователями, но при строгом соблюдении ими условий эксперимента; 3) оценка адекватности методов исследования и исходных теоретических концепций с целью приращения и совершенствования методологического знания и включения его в общую систему методологии науки; 4) разработка прикладной части теории, адресуемой каким-либо категориям потребителей или уровням практики.

Придерживаясь данных рекомендаций, научный работник получает своего рода нормативные методологические ориентиры организации исследовательской деятельности. Последовательное исполнение перечня работ, когда каждая из предшествующих логически обеспечивает исполнение последующей, формирует окончательный результат, который в этом случае будет иметь больше шансов, отличаться полнотой, доказательностью и прикладными качествами.

5. Технология научного творчества

5.1. Методы и техника научного познания

Выбор конкретных методов исследования диктуется характером фактического материала, условиями и целью конкретно исследования. По первым признакам исследования выделяются *первичные методы (методы индукции)*, используемые с целью сбора информации, изучения источников, наблюдения, опроса и т.д. *Вторичные методы* (визуальные или графические методы в виде графов, схем, диаграмм) используются для обработки и анализа полученных данных — их количественный и качественный анализ, систематизация, масштабирование и др. Третий тип представлен

верификационными методами и приемами, дающими возможность проверить полученные результаты.

Методы научного познания подразделяются на *общие и специальные*. *Общие методы* условно подразделяются на 3 группы: 1) методы эмпирического исследования (наблюдение, сравнение, измерение, эксперимент); 2) методы, используемые как на эмпирическом, так и на теоретическом уровнях (абстрагирование, анализ и синтез, индукция и дедукция, моделирование); 3) методы, используемые на теоретическом уровне (спуск от абстрактного к конкретному, структурный подход).

6. Теоретические исследования - классификация средств исследований.

Теоретические методы исследования: абстрагирование, анализ, синтез, индукция, дедукция, моделирование, эксперимент.

Из методов теоретического исследования рассмотрим метод восхождения от абстрактного к конкретному. Восхождение от абстрактного к конкретному представляет собой всеобщую форму движения научного познания, закон отображения действительности в мышлении. Согласно этому методу процесс познания как бы разбивается на два относительно самостоятельных этапа.

На первом этапе происходит переход от чувственно-конкретного к его абстрактным определениям. Единый объект расчленяется, описывается при помощи множества понятий и суждений. Он как бы «испаряется», превращаясь в совокупность зафиксированных мышлением абстракций, односторонних определений.

Второй этап процесса познания и есть восхождение от абстрактного к конкретному. Суть его состоит в движении мысли от абстрактных определений объекта к конкретному в познании. На этом этапе как бы восстанавливается исходная целостность объекта, он воспроизводится во всей своей многогранности — но уже в мышлении.

Оба этапа познания теснейшим образом взаимосвязаны. Восхождение от абстрактного к конкретному невозможно без предварительного

«анатомирования» объекта мыслью, без восхождения от конкретного в действительности к абстрактным его определениям. Таким образом, можно сказать, что рассматриваемый метод представляет собой процесс познания, согласно которому мышление восходит от конкретного в действительности к абстрактному в мышлении и от него — к конкретному в мышлении.

Абстрагирование имеет универсальный характер, ибо каждый шаг мысли связан с этим процессом или с использованием его результата. Сущность этого метода состоит в мысленном отвлечении от несущественных свойств, связей, отношений, предметов и в одновременном выделении, фиксировании одной или нескольких интересующих исследователя сторон этих предметов.

Различают процесс абстрагирования и абстракцию. Процесс абстрагирования — это совокупность операций, ведущих к получению результата, т. е. к абстракции. Примерами абстракции могут служить бесчисленные понятия, которыми оперирует человек не только в науке, но и в обыденной жизни: дерево, дом, дорога, жидкость и т. п. Процесс абстрагирования в системе логического мышления тесно связан с другими методами исследования и прежде всего — с анализом и синтезом.

Анализ - метод, в основе которого лежит процесс разложения предмета на составные части.

Синтез представляет собой соединение полученных при анализе частей в нечто целое. Методы анализа и синтеза в научном творчестве органически связаны между собой и могут принимать различные формы в зависимости от свойств изучаемого объекта и цели исследования.

Прямые (эмпирические) анализ и синтез применяются на стадии поверхностного ознакомления с объектом. При этом осуществляется выделение отдельных частей объекта, обнаружение его свойств, простейшие измерения, фиксация непосредственно данного, лежащего на поверхности общего.

Возвратные или элементарно-теоретические анализ и синтез широко используются как мощное орудие достижения моментов сущности исследуемого явления. Здесь операции анализа и синтеза осуществляются не механически. Они

базируются на некоторых теоретических соображениях, в качестве которых могут выступать предположения о причинно-следственных связях различных явлений.

Наиболее глубоко проникнуть в сущность объекта позволяют структурно-генетические анализ и синтез. Этот тип анализа и синтеза требует вычленения в сложном явлении таких элементов, которые представляют самое главное в них, их «клеточку», оказывающую решающее влияние на все остальные стороны сущности объекта.

Дедукция – вид умозаключения от общего к частному, когда из массы частных случаев делается обобщенный вывод о всей совокупности таких случаев.

Индукция – вид умозаключения от частных фактов, положений к общим выводам.

Эксперимент – научно поставленный опыт, целенаправленное изучение вызванного нами явления в точно учитываемых условиях, когда имеется возможность следить за ходом его изменения, активно воздействовать на него с помощью комплекса разнообразных средств и воссоздавать это явление в тех же самых условиях. Эксперимент предполагает использование наблюдения, сравнения и измерения.

Метод моделирования – позволяет исследовать свойство объекта на его модели (аналоге), сходство которой с объектом существенно, а различие не существенно. В науке применяется несколько его разновидностей. Моделирование в научном исследовании позволяет получить научные выводы и обобщения по аналогии.

7. Экспериментальные исследования: планирование экспериментов

Программа эксперимента представляет собой описание экспериментально проверяемой гипотезы и процедур ее проверки (системы переменных, экспериментального фактора, ситуации (условий) эксперимента, экспериментальной и контрольной групп, инструментария эксперимента).

В *инструментарий* эксперимента входят протокол, дневник и карточка

наблюдения.

Главным результирующим документом экспериментального метода является протокол эксперимента, в котором должны быть отражены следующие позиции: 1) наименование темы эксперимента; 2) точное время и место его проведения; 3) четкая формулировка проверяемой гипотезы; 4) содержание экспериментального фактора; 4) характеристика зависимых переменных и их индикаторов; 5) сущностное описание экспериментальной группы; 6) характеристика контрольной группы и принципов ее отбора; 7) описание экспериментальной ситуации; 7) Характеристика условий эксперимента; 8) Ход эксперимента, т.е. его обстановка: а) до введения экспериментального фактора; б) в процессе его ввода; в) после его введения; г) после окончания эксперимента; 9) оценка чистоты эксперимента и использованного инструментария; 10) заключение о достоверности гипотезы; 11) прочие выводы; 12) данные о составителях протокола и степени их согласия; 13) дата подписания протокола.

Поскольку экспериментальный метод сложнее других, зачастую в его применении допускаются ошибки. Назовем некоторые, наиболее распространенные:

1. Эксперимент проводится для получения информации, которая может быть получена иными, более простыми способами.
2. За эксперимент выдается включенное или стандартизированное не включенное наблюдение.
3. Нет органической связи проведенного эксперимента с целью, задачами и гипотезами исследования.
4. Допущена двусмысленность или иная существенная значимая неточность в формулировке гипотезы, вынесенной на экспериментальную проверку.
5. Неправильно построена теоретическая система переменных, перепутаны причины и следствия.
6. Экспериментальный фактор (независимая переменная) выбран произвольно, без учета того, что он должен играть роль детерминанты и

поддаваться управлению со стороны исследователя.

7. Независимая и зависимая переменные не нашли адекватного отражения в эмпирических индикаторах.

8. Недооценено воздействие на зависимые переменные факторов, не входящих в независимую переменную.

9. Экспериментальная ситуация четко не определена, в силу чего эксперимент проводится с нарушением его условий.

10. Субъективные оценки экспериментальной ситуации преобладают над объективными характеристиками.

11. В ходе эксперимента выяснились такие важные свойства экспериментальной группы, которые не были известны до его начала.

12. Контрольная группа не представляет собой аналога экспериментальной группы по существенным для исследования параметрам

13. Контроль за ходом эксперимента был ослаблен и\или неэффективен.

14. Инструментарий эксперимента нацелен лишь на фиксацию определенных данных (по типу инструмента наблюдения), а не на соблюдение чистоты эксперимента.

15. Выводы экспериментаторов подстраиваются (подгоняются) под гипотезу без достаточных на то оснований.

ЛЕКЦИЯ 2

Организация проведения научных исследований. Этапы проведения научного исследования. Теоретические методы исследования.

Эмпирические методы исследования. Планирование эксперимента.

1. Особенности и основные понятия методологии научного творчества: метод, методология, научная идея, принцип, теория, прикладные исследования

Развитие идеи до стадии решения задачи обычно совершается как плановый процесс. Хотя науке и известны случайные открытия, но только плановая, хорошо оснащенная современными средствами работа позволяет вскрыть и глубоко познать объективные закономерности в природе. Научное исследование — очень трудоемкий и сложный процесс, который требует постоянного «высокого накала» — работы «с огоньком». Если исследование выполняется равнодушно, то оно превращается в ремесленничество и никогда не дает ничего существенного. Недаром научное творчество иногда сравнивают с подвигом. Как и подвиг, оно требует максимального напряжения энергии человека, его мыслей и действий.

Идея — определяющее положение в системе взглядов, теорий и т.п.

Принцип — основное, исходное положение какой-либо теории, учения, науки.

Метод — это способ достижения какой-либо цели, совокупность приёмов или операций освоения действительности.

Метод исследования — способ применения старого знания для получения нового знания. Является орудием получения научных фактов.

Методология научного познания — учение о принципах, формах и способах научно-исследовательской деятельности.

Для исследования сложных развивающихся объектов применяется исторический метод. Он используется только там, где так или иначе предметом исследования становится история объекта.

Из методов теоретического исследования рассмотрим метод восхождения от абстрактного к конкретному. Восхождение от абстрактного к конкретному представляет собой всеобщую форму движения научного познания, закон отображения действительности в мышлении. Согласно этому методу процесс познания как бы разбивается на два относительно самостоятельных этапа.

На первом этапе происходит переход от чувственно-конкретного к его абстрактным определениям. Единый объект расчленяется, описывается при помощи множества понятий и суждений. Он как бы «испаряется», превращаясь в совокупность зафиксированных мышлением абстракций, односторонних определений.

Второй этап процесса познания и есть восхождение от абстрактного к конкретному. Суть его состоит в движении мысли от абстрактных определений объекта к конкретному в познании. На этом этапе как бы восстанавливается исходная целостность объекта, он воспроизводится во всей своей многогранности – но уже в мышлении.

Оба этапа познания теснейшим образом взаимосвязаны. Восхождение от абстрактного к конкретному невозможно без предварительного «анатомирования» объекта мыслью, без восхождения от конкретного в действительности к абстрактным его определениям. Таким образом, можно сказать, что рассматриваемый метод представляет собой процесс познания, согласно которому мышление восходит от конкретного в действительности к абстрактному в мышлении и от него — к конкретному в мышлении.

Прикладные исследования - деятельность, которая направлена на получение или использование знаний для достижения практической цели.

Теория – учение, система идей или принципов. Совокупность обобщенных положений, образующих науку или ее раздел. Она выступает как форма синтетического знания, в границах которой отдельные понятия, гипотезы и законы теряют прежнюю автономность и становятся элементами целостной системы.

2. Типология методов исследования: эмпирические, теоретические.

В науке различаются два уровня исследований: 1) эмпирический; 2) теоретический.

Эмпирическое исследование направлено непосредственно на изучаемый объект и реализуется посредством наблюдения и эксперимента. На уровне эмпирического познания происходит отбор и описание фактов, осуществляется такое их обобщение, при котором факты представляются в виде системы, показывается их зависимости.

Теоретическое исследование концентрируется вокруг универсальных законов и гипотез. Теоретическое познание характеризуется абстракцией, определением и т.п. С их помощью устанавливаются закономерности, сущность явлений и процессов. Процесс эмпирического и теоретического познания - это не только логическая проблема, но в равной степени методологическая проблема. Проблематика отношений между эмпирическим и теоретическим познанием особенно актуальна в области методологии. Переход от фактов к теоретическим выводам, процесс освещения новых фактов и проблем приводят к возникновению следующих четырех основных ситуаций: 1) Новые факты могут быть объяснены в рамках уже существующей системы понятий. 2) Для описания и объяснения новых фактов требуется введение новых терминов и понятий. 3) Новые факты и проблемы требуют, чтобы для их объяснения была разработана специальная теория. 4) Новые факты и новые проблемы требуют кардинального пересмотра исходных принципов прежней системы взглядов.

Методы научного познания принято делить на *общие и специальные*.

Научная деятельность в наше время избавлена от идеологического диктата. Теперь в ее методологическую основу кладутся объективность, соответствие истине и исторической правде, моральные критерии.

Методологическими источниками исследования в наши дни все чаще становятся труды ведущих отечественных и зарубежных ученых, свободных от идеологических установок.

Большинство специальных научных проблем и даже отдельные этапы исследования требуют применения специальных методов решения. Разумеется,

такие методы имеют весьма специфический характер. Они никогда не бывают произвольными, т. к. определяются характером исследуемого объекта.

Помимо специальных методов, характерных для определенных областей научного знания, существуют общие методы научного познания, которые в отличие от специальных используются на всем протяжении исследовательского процесса и в самых различных по предмету науках.

Общие методы научного познания обычно делят на три большие группы:

1 – методы эмпирического исследования (наблюдение, сравнение, измерение, эксперимент); 2 – методы, используемые как на эмпирическом, так и на теоретическом уровне исследования (абстрагирование, анализ и синтез, индукция и дедукция, моделирование и др.); 3 – методы теоретического исследования (восхождение от абстрактного к конкретному и др.).

Начнем с методов эмпирического исследования.

Наблюдение представляет собой активный познавательный процесс, опирающийся, прежде всего, на работу органов чувств человека и его предметную материальную деятельность. Это наиболее простой метод, выступающий, как правило, в качестве одного из элементов в составе других эмпирических методов.

В повседневности и в науке наблюдения должны приводить к результатам, которые не зависят от воли, чувств и желаний субъектов. Чтобы стать основой последующих теоретических и практических действий, эти наблюдения должны информировать нас об объективных свойствах и отношениях реально существующих предметов и явлений.

Для того чтобы быть плодотворным методом познания, наблюдение должно удовлетворять ряд требований, важнейшими из которых являются:

1) планомерность; 2) целенаправленность; 3) активность; 4) систематичность.

Наблюдение как средство познания дает в форме совокупности эмпирических утверждений первичную информацию о мире.

Сравнение - один из наиболее распространенных методов познания. Недаром говорится, что «все познается в сравнении». Оно позволяет установить

сходство и различие между предметами и явлениями.

Для того чтобы сравнение было плодотворным, оно должно удовлетворять двум основным требованиям. Первое: сравниваться должны лишь такие явления, между которыми может существовать определенная объективная общность. Второе: для познания объектов их сравнение должно осуществляться по наиболее важным, существенным (в плане конкретной познавательной задачи) признакам.

С помощью сравнения информация об объекте может быть получена двумя различными путями. Во-первых, она может выступать в качестве непосредственного результата сравнения. Во-вторых, очень часто получение первичной информации не выступает в качестве главной цели сравнения, этой целью является получение вторичной, или производной информации, являющейся результатом обработки первичных данных. Наиболее распространенным и важным способом такой обработки является умозаключение по аналогии.

Измерение в отличие от сравнения является более точным познавательным средством. Измерение есть процедура определения численного значения некоторой величины посредством единицы измерения. Ценность этой процедуры в том, что она дает точные, количественно определенные сведения об окружающей действительности. Важнейшим показателем качества измерения, его научной ценности является точность, которая зависит от усердия ученого, от применяемых им методов, но главным образом – от имеющихся измерительных приборов. В числе эмпирических методов научного познания измерение занимает примерно такое же место, как наблюдение и сравнение.

Частным случаем наблюдения является **эксперимент**. Эксперимент предполагает вмешательство в естественные условия существования предметов и явлений или воспроизведение их определенных сторон в специально созданных условиях.

Экспериментальное изучение объектов по сравнению с наблюдением имеет ряд преимуществ: 1) в процессе эксперимента становится возможным изучение того или иного явления в «чистом виде»; 2) эксперимент позволяет исследовать свойства объектов действительности в экстремальных условиях; 3) важнейшим

достоинством эксперимента является его повторяемость.

Любой эксперимент может осуществляться как непосредственно с объектом, так и с «заместителем» этого объекта – моделью.

Использование моделей позволяет применять экспериментальный метод исследования к таким объектам, непосредственное оперирование с которыми затруднительно или даже невозможно. Поэтому моделирование является особым методом и широко распространено в науке.

Как уже говорилось раньше, разработка методики исследования представляет собой определение всей совокупности методов и предметов его проведения. Сюда входит также подготовка средств сбора информации и её обработки. К числу таких средств относятся планы интервью, анкеты, тесты, и инструкции для сбора информации и т.д. В целом метод является важнейшим орудием научного познания, важнейшим двигателем науки, средством её развития и обогащения новыми результатами. Научный метод является объединяющим началом развития науки, её синтезом, впитывающим в себя предшествующую историю познания предмета. В настоящее время предложен ряд методов, стимулирующих появление новых идей – генерирование идей.

Для исследовательской работы характерны общие правила и методы, которые варьируются в зависимости от характера отрасли науки, а также стадии и категории исследования. Под методом понимают способ теоретического исследования или практического осуществления какого-либо явления и процесса.

В теоретических исследованиях возможно использование основных двух методов: логического и исторического.

Логический метод включает в себя гипотетический и аксиоматический.

Гипотетический метод основан на разработке гипотезы, научного предположения, содержащего элементы новизны и оригинальности. Аксиоматический метод основан на очевидных положениях, принимаемых без доказательства.

Исторический метод позволяет исследовать возникновение, формирование и развитие процессов и событий в хронологической последовательности с целью

выявить внутренние и внешние связи, закономерности и противоречия. Данный метод исследования используется преимущественно в общественных и, главным образом, в исторических науках.

Выполнение научного исследования неразрывно связано с его методологией, т.е. исходными руководящими принципами его развития. В конечном счете, методология - это совокупность методов, способов, приёмов, их определённая последовательность, схема, принятая при разработке научного исследования.

В начальной стадии работы над выбранной тематикой большую роль играет сбор информации для проведения исследования. Можно выделить всего 5 различных методов сбора необходимой информации. К ним относятся:

а) наблюдение; б) экспериментальное наблюдение; в) эксперимент; г) анализ документации; д) опрос.

С их помощью собирается необходимый материал для выявления, анализа и решения поставленных проблем.

Особенности наблюдения служат одним из методов как научного метода, подчинённого главной задаче исследования, характеризуется следующими особенностями:

а) планируемость; б) упорядоченность; в) контролируемость.

Существует 3 типа наблюдений: 1) Обычное, или открытое наблюдение, при котором исследователь находится вне наблюдаемого коллектива; 2) Наблюдение, участвующее изнутри для наиболее объективного описания процесса; 3) Включённое наблюдение, которое характеризуется тем, что наблюдатель включается сам в качестве участника в данную группу.

Наиболее распространённый способ наблюдения в социологических и социально-психологических исследованиях является *метод экспериментального наблюдения*, где наблюдаемая группа создаётся искусственно, и используются многообразные технические средства фиксации исследуемого поведения.

Анализ документации. Сюда входит сбор стратегической и оперативной отчётности, нормативной документации, отчётов руководителей по используемым проблемам, проведение анкетного опроса с руководителями всех уровней и

специалистами предприятия. Содержащаяся в них информация в большей части носит объективный характер. Но, тем не менее, нельзя не учитывать и элементы субъективного характера в этих документах.

К каждому источнику сведений следует относиться критически. Это относится и к различным документам официального характера. Имеющиеся в них сведения целесообразно перепроверять, сопоставлять с другими материалами или информацией из других источников.

Опрос – главный этап совместной работы организаторов экспертизы и непосредственных экспертов. В зависимости от характера проблемы, ее целей организаторы экспертизы выбирают методы опроса.

Опрос бывает: а) индивидуальный; б) групповой; в) личный; г) заочный; д) устный; е) письменный.

Среди методов индивидуального опроса наиболее распространены два вида экспертизы: *интервьюирование и анкетирование*.

Опрос во всех своих его видах (анкетирование, интервью, беседа и т.д.) является распространённым методом сбора информации по теме исследования. Он фиксирует состояние общественного сознания в его многообразных и сложных проявлениях в связи с изучаемой проблемой. В большинстве опросов речь идёт о том, чтобы выяснить мнение обследуемой совокупности по какому-то кругу вопросов, выяснить отношение людей к тем или иным явлениям, событиям, ценностям, раскрыть их оценки. Таким образом, опросы позволяют фиксировать состояние общественного сознания, накапливать систематическую информацию, получаемую путём опросов по одним и тем же проблемам.

В основе большинства методов лежит анкета, с помощью которой осуществляется сбор необходимой информации. Анкета - набор вопросов, каждый из которых логически связан с главной задачей. Содержание анкеты должно быть предельно ясным для опрашиваемого.

Анкетный опрос имеет более широкую аудиторию и в большей степени рассчитан на применение количественных методов обработки данных. Они могут содержать и простые вопросы, и сблокированные по определённым темам. При

анкетировании используются вопросы:

а) открытые и закрытые б) прямые и косвенные

Вопрос называется *открытым*, если ответ на него может быть дан в любой форме, т.е. ответ ничем не регламентирован. Вопрос называется *закрытым*, если в его формулировке содержатся возможные варианты ответов (альтернатив), один из которых и должен выбрать специалист. Одним из вариантов закрытых вопросов является вариант, в котором перечень возможных ответов исчерпывается альтернативой "да - нет". При использовании таких вопросов важно чередовать формы согласия или несогласия. Прямой вопрос формулируется обычно в личной форме: "Что Вы думаете о...?" или "Ваше мнение по поводу...?" и т.д. Косвенные вопросы ставятся в полубезразличной форме, например: "Некоторые специалисты полагают, что... А как Вы думаете?"

При разработке вопросов анкеты, определении последовательности их расположения, формулировок, формы обращения следует исходить из следующих требований: 1) Анкета должна соответствовать замыслу исследования; Она должна учитывать уровень культуры и психологию опрашиваемых; 3) В порядке расположения вопросов следует учитывать последующий способ обработки полученных данных.

Интервью, как и анкеты, представляет собой вид опроса и рассчитано на меньшую аудиторию, на более подробную разработку программы опроса, на более детальный качественный анализ проблемы. Интервью может применяться как контрольное исследование в целях проверки информации, полученной другими методами, например, с помощью анкеты, как основной метод сбора материала при ограниченной выборке, как разведывательное исследование в целях уточнения проблематики, так и в целях разработки методики общих опросов.

Проведение экспертной оценки методом интервью требует от эксперта умения быстро давать качественные ответы на поставленные вопросы. Условно можно выделить следующие формы организации интервью: свободная беседа,

"вопрос-ответ", "перекрестный допрос" (здесь участвуют несколько эксперта-организатора). Интервью позволяет нередко получить информацию, которую трудно получить при анкетном опросе. Но интервью обладает и недостатками.

Методы проведения исследовательских работ основываются на: 1) Методе "мозговой атаки"; 2) Методе "суда"; 3) Методе "Дельфи".

Метод "*мозговой атаки*" заключается в разделении решения двух задач: генерирования новых идей и оценки предложенных идей. Соответственно образуются две разные группы: группа генераторов идей и группа аналитиков. Правила проведения заседаний по методу "мозговой атаки" формулируются следующим образом. Необходимо концентрировать внимание участников на одной, четко сформулированной проблеме, но при этом важно подхватывать любую идею, даже если ее практическая ценность в данный момент кажется сомнительной. "Мозговой атакой" руководит ведущий. Сеанс начинается со вступительного слова ведущего, объясняющего проблему и необходимость ее решения, а также напоминающего правила заседания; затем он предлагает начать выдвигать идеи или выдвигает для начала сам одну - две идеи.

Метод "*суда*" основан на том, организация работы коллектива экспертов осуществляется в соответствии с правилами ведения судебного процесса. "Подсудимым" является анализируемая проблема. Группа заинтересованных в ее правильном решении лиц выполняет роль судьи и заседателей. Лидеры, высказывающие альтернативные точки зрения групп экспертов, находятся на месте прокурора и защиты. Суд ведет обсуждение и выносит окончательное решение.

Метод "*Дельфи*" получил свое название от греческого города Дельфи и мудрецов, славившихся в древности предсказаниями будущего. Впервые этот метод, разработанный в американской исследовательской организации РЭНД Корпорейшн О.Хелмером, Н.Долки, Т.Гордрном, использовался для целей военного научно-технического прогнозирования будущего. Метод "Дельфи" представляет собой ряд последовательно проводимых процедур, направленных на формирование группового мнения. Для этого метода характерны:

– анонимность опросов; – регулируемая обратная связь, осуществляемая за счет проведения скольких туров опроса; – групповой ответ, получаемый с помощью статистических методов.

В основе метода "Дельфи" лежат следующие предпосылки: поставленные в анкете вопросы должны допускать выражения ответа в виде числа; 2) эксперты должны располагать достаточной информацией для того, чтобы дать оценку.

3. Организация научных исследований в государственной системе подготовки магистров

В магистратуру НИУ МГСУ принимаются граждане РФ, а также граждане иностранных государств, которые имеют высшее образование, квалификацию бакалавра, специалиста и показали склонность к научной деятельности. Граждане зарубежных государств должны иметь такой квалификационный уровень, который отвечает квалификации специалиста РФ.

3.1. Основные задачи научно-исследовательской работы студентов.

Основой для становления научных исследований молодого специалиста и ученого является научно-исследовательская работа (НИРС), выполнение которой студенты начинают с первого курса. НИРС осуществляется по трем основным направлениям:

- научно-исследовательская работа, которая является обязательным элементом учебного процесса и входит в календарно-тематические и учебные планы, учебные программы, как обязательные для всех студентов (лабораторные работы с элементами научных исследований, практика, стажировка в научных лабораториях, реальное курсовое и дипломное проектирование с элементами научного исследования)
- научно-исследовательская работа, осуществляющаяся вне учебного процесса в рамках студенческого научно-технического творчества (работа в научных и инженерных центрах, лабораториях),
- научно-организационная работа (подготовка рефератов и докладов на

научную конференцию, семинар и т.д.)

Основные результаты научно-исследовательской работы студентов по сформулированным 3-м направлениям: 1) публикация статьи или ее депонирование; 2) рацпредложение или патент на изобретение; 3) реальный курсовой или дипломный проект; 4) внедрение научных разработок в учебном процессе или по заказу производства; 5) доклады на конференциях, семинарах, симпозиумах; 6) участие в предметных олимпиадах или олимпиадах по специальности и конкурсах дипломных проектов.

Все отмеченные научные результаты являются необходимым условием приема в аспирантуру для дальнейшей подготовки научной работы.

3.2. Способы проведения ускоренных и натурных испытаний строительных конструкций

Ускоренными называются испытания, методы, и условия, проведения которых обеспечивают получение необходимого объема информации в более короткий срок, чем в предусмотренных условиях и режимах эксплуатации. Ускоренные испытания бывают сокращенными и форсированными. **Сокращенные испытания** - ускоренные испытания без интенсификации процессов, вызывающих отказы или повреждения. В сокращенных испытаниях уменьшение сроков получения показателей надежности достигается за счет прогнозирования поведения объекта испытаний на период, больший, чем продолжительность испытаний.

Форсированные испытания - ускоренные испытания, основанные на интенсификации процессов, вызывающих отказы или повреждения. При форсированных испытаниях проводится преднамеренное увеличение скорости утраты работоспособности изделия.

Ускоренные испытания разрабатываются с целью сокращения сроков проведения испытания по сравнению с нормальными испытаниями, т.е. испытаниями, методы и условия, проведения которых обеспечивают получение необходимого объема информации в такой же срок, как и в предусмотренных

НТД условиях и режимах эксплуатации для данного изделия.

Основной характеристикой ускоренных испытаний является **коэффициент ускорения** – число, показывающее, во сколько раз продолжительность ускоренных испытаний меньше продолжительности испытаний, проведенных в предусмотренных условиях и режимах эксплуатации (нормальных испытаний).

Коэффициент ускорения может исчисляться по наработке и по календарному времени. *Коэффициент ускорения по наработке* - отношение наработки изделия в нормальных испытаниях к наработке в ускоренных испытаниях. *Коэффициент ускорения по календарному времени* - отношение календарного времени нормальных испытаний к календарному времени ускоренных испытаний.

При разработке ускоренных испытаний для конкретного вида изделий необходимо в первую очередь установить принцип ускоренных испытаний, затем на основании сформулированного принципа выбрать метод и режим ускоренных испытаний. *Принцип ускоренных испытаний* - совокупность теоретических и экспериментально обоснованных закономерностей или допущений, на использовании которых основано проведение испытаний с сокращением их продолжительности.

Метод ускоренных испытаний - совокупность правил применения принципов ускоренных испытаний для получения показателей надежности определенных групп или видов изделий.

Режим ускоренных испытаний - режим, предусмотренный применяемым принципом и методом ускоренных испытаний и обеспечивающий сокращение продолжительности испытаний.

Режим ускоренных испытаний может быть нормальным (для сокращенных испытаний), форсированным (для форсированных испытаний), комбинированным при чередовании нормального и форсированного режимов (при форсированных испытаниях).

Нормальный режим - режим, при котором значения его параметров находятся в пределах, установленных в технической документации для нормальной эксплуатации испытуемого изделия. Частным случаем нормального

режима является номинальный режим испытания, соответствующий установленным параметрам внешних воздействий, принимаемых обычно за начало отсчета допустимых отклонений.

Форсированный режим - режим испытаний, обеспечивающий увеличение интенсивности процессов утраты работоспособности по сравнению с нормальным режимом. Форсированный режим может достигаться за счет изменения одного или одновременно нескольких форсирующих факторов.

Форсирующим фактором называется составляющая режима испытаний, изменение параметров которой по сравнению с режимом нормальных испытаний приводит к интенсификации процессов, вызывающих отказ или повреждение. В качестве форсирующего фактора используют усилие (момент), скорость (частоту), температуру, влажность среды, абразивность среды, химическую агрессивность среды и т.д.

Показатели надежности, полученные по результатам ускоренных испытаний, можно пересчитать для нормального режима при условии, что физические процессы разрушения при форсированных и ускоренных испытаниях одинаковы. Поэтому режимы ускоренных испытаний и форсирующий фактор могут изменяться при ускорении процесса испытаний только до определенного предела, называемого *предельной нагрузкой*. Такой нагрузкой является предельно допустимый уровень форсирующего фактора, обеспечивающий максимально возможную степень форсирования испытаний при сохранении идентичности картины разрушения в условиях ускоренных и нормальных испытаний и выполнении предпосылок, положенных в основу выбранного принципа ускоренных испытаний.

Натурные испытания – испытания, проводимые в условиях, отвечающих режиму реальной эксплуатации объекта.

Результаты натурных и ускоренных испытаний будут сопоставимы, если при соблюдении идентичности природы разрушения, получаемые значения показателей надежности будут одинаковы.

К основным принципам ускоренных испытаний относятся: 1) уплотнение рабочих

циклов; 2) экстраполяция по времени; 3) усечение спектра нагрузок; 4) учащение рабочих циклов; 5) принцип сравнения; 6) экстраполяция по нагрузке; 7) принцип "доламывания"; 8) принцип "запросов".

Уплотнение рабочих циклов применяется при испытании изделий, которые в эксплуатации имеют большие перерывы в работе. На сокращении этих перерывов основано ускорение испытаний. Примером использования принципа уплотнения рабочих циклов могут служить испытания машин с сезонной загрузкой. В этом случае, сокращая или совсем ликвидируя известные перерывы в эксплуатации, связанные с ночным временем, нерабочими климатическими периодами и т.п., можно добиться значительного коэффициента ускорения по календарному времени.

Экстраполяция по времени основана на гипотезе о возможности достаточно достоверной оценки закономерностей процесса накопления повреждений по начальным этапам процесса. При этом испытания в нормальном режиме проводятся лишь на некотором начальном участке работы изделия, включающем выход в стационарный режим повреждения, измеряется параметр, определяющий накопленное повреждение, а затем эти результаты экстраполируются до перехода в неработоспособное (предельное) состояние. Экстраполяция проводится графически или аналитически.

Практически при всяком детерминированном изменении накопленного повреждения h (например, величины износа) во времени t путем соответствующего преобразования координат стационарный процесс его накопления можно отобразить в линеаризованном виде.

Выравнивание методом наименьших квадратов в этом случае сводится к отысканию коэффициентов a и b уравнения линейной регрессии.

Для эргодического процесса оценка ресурса может быть получена испытаниями даже одного образца, но достаточно большой продолжительности.

Практически можно считать, что экстраполяция по времени дает удовлетворительную оценку долговечности при продолжительности испытаний не менее 40:70% ресурса изделия. Этот принцип может применяться для изделий,

процессы истощения ресурса которых достаточно хорошо изучены. Вообще, проблема экстраполяции по времени требует решения в каждом конкретном случае трех основных задач:

1) выбора уравнения состояния, достаточно надежно описывающего экспериментальные результаты в области изменения параметров испытаний; 2) исследования поведения выбранного уравнения вне области эксперимента, что сводится к определению оценки точности прогнозирования; 3) выбора объема экспериментальных данных, обеспечивающих надежный прогноз на заданный срок службы.

Усечение спектра нагрузок заключается в отбрасывании определенной части нагрузок, не оказывающих заметного повреждающего воздействия на объект испытаний. Большинство реальных машин и их элементов подвержены в условиях эксплуатации воздействию определенного спектра случайных или периодически повторяющихся нагрузок. Точное воспроизведение этого спектра нагрузок представляет значительные технические трудности, поэтому в большинстве случаев проводят статистический анализ повторяемости нагрузок различных уровней в эксплуатационном спектре нагружения объекта и составляют программный блок нагрузок, имитирующий с той же степенью приближения спектр эксплуатационных нагрузок.

При испытаниях изделия многократно воспроизводят программный блок нагрузок, а ресурс, полученный в результате программных испытаний, считают оценкой ресурса изделия в эксплуатационных условиях. Недостаток такого подхода - большая длительность испытаний для изделий высокой надежности. С целью сокращения длительности программных испытаний в определенных случаях может быть использован принцип усечения спектра нагрузок.

Частным случаем усечения спектра нагрузок является использование из всего рабочего цикла, состоящего из пуска, установившегося движения и останова, только двух элементов - пуска и останова. Целесообразность применения этого принципа основана на свойствах некоторых механизмов сохранять высокую износостойкость при установившемся движении, которое характеризуется

гидродинамическим трением. Во время пуска или останова наблюдается граничное или даже сухое трение, приводящее к значительному износу рабочих поверхностей.

Исходя из предположения, что установившееся движение не приводит к существенному износу, в испытаниях воспроизводят режим пусков и остановов. Ресурс при этом пересчитывают по формуле, пренебрегая временем пусков и остановов. Испытания по этому принципу дают несколько завышенную оценку ресурса, но в большинстве случаев вполне приемлемую для практического использования.

Форсирование пусками-остановами применяется при ускоренных испытаниях коробок передач, муфт сцепления, электродвигателей и других механизмов, и агрегатов, работающих в циклических режимах эксплуатации.

Принцип учащения рабочих циклов основан на увеличении частоты циклического нагружения или скорости движения под нагрузкой испытуемого элемента изделия. Предполагается, что долговечность изделия, выраженная в количестве циклов до предельного состояния, не зависит от частоты приложения нагрузки.

Принцип учащения рабочих циклов используется при стендовых испытаниях изделий и их элементов. Коэффициент ускорения ограничивается скоростными возможностями испытательного оборудования, а иногда и возникновением сопутствующих процессов (например, повышением температуры), искажающих прямой переход к нормальным условиям по частотам.

Модификацией принципа учащения рабочих циклов является проведение испытаний подвижных сопряжений деталей машин на изнашивание при повышенных скоростях скольжения v . Для практической реализации этого принципа необходимо сохранение параметров, определяющих физические условия трения, в тех же пределах, что и при нормальных испытаниях. Так, для поддержания заданного температурного режима необходимо в ускоренных испытаниях использовать охлаждение поверхностей трения. Кроме того, увеличение частоты вращения, например, для подшипников скольжения может

замедлить процесс изнашивания благодаря переходу от граничного к гидродинамическому трению.

Вообще, применение принципа учащения рабочих циклов требует экспериментального обоснования режимов ускоренных испытаний во избежание получения несопоставимых результатов.

Принцип сравнения основан на проведении испытаний изделия в форсированном режиме и пересчете полученных результатов с помощью известных данных по эксплуатации аналогичных изделий.

В зависимости от имеющейся информации оценка надежности изделий производится тремя способами:

1) сравнением долговечности двух изделий по результатам только форсированных испытаний; 2) сравнением долговечности изделий, испытываемых в форсированном режиме, с результатами испытаний в этом режиме изделия-аналога и данными его эксплуатации; 3) пересчетом результатов испытаний изделий в форсированном режиме применительно к нормальному режиму по имеющейся зависимости ресурса от уровня нагрузки.

Первый способ применяется в чисто сравнительных испытаниях двух изделий при выявлении более долговечного из них. При этом считается, что изделие, проработавшее больше в форсированном режиме, имеет больший ресурс и в нормальных условиях. Это правомерно при условии, что зависимости ресурса от уровня форсирующего фактора для сравниваемых изделий не пересекутся в интервале от номинального до форсированного уровней форсирующего фактора.

Второй способ предполагает наличие информации о долговечности изделия-аналога в форсированном и нормальном режимах. Определяемый из этой информации коэффициент ускорения для аналога умножается на значение наработки до предельного состояния, полученной при испытании нового изделия в форсированном режиме. Такая оценка производится в предположении, что физические свойства, определяющие зависимость ресурса от уровня форсирующего фактора, у нового изделия и изделия-аналога близки. Этот способ наиболее приемлем для испытания новых изделий массового производства, по

которым имеется обширная информация надежности предыдущих модификаций.

Третий способ основан на пересчете результатов форсированных испытаний посредством имеющейся зависимости ресурса изделия от нагрузки.

Принцип "доламывания" является достаточно универсальным принципом ускорения испытаний, который применяется при ресурсных испытаниях элементов машин и конструкций на усталость, изнашивание и длительную прочность.

Для пояснения этого принципа в применении к задачам ускоренной оценки ресурса изделия при некотором эксплуатационном режиме нагружения представим себе, что мы имеем несколько однотипных изделий с различными наработками при эксплуатационном режиме нагружения. В общем случае эти изделия в результате различной продолжительности эксплуатации получают различную степень повреждения в зависимости от той доли, которую составляет их эксплуатационная наработка от всего ресурса при том же эксплуатационном режиме нагружения. Однако, не зная ресурса изделия при эксплуатационном нагружении, невозможно оценить эту долю в предположении о линейном суммировании повреждений, когда доля вносимого в единицу времени повреждения постоянна и не зависит от начала отсчета по шкале времени.

Принцип "доламывания" предполагает для оценки степени повреждения объекта испытаний за время эксплуатационной наработки подвергнуть объект испытаний воздействию форсированного режима нагружения и на этом режиме довести объект до предельного состояния ("доломать" его).

В результате "доламывания" объекта оценивается его остаточный ресурс на форсированном режиме. Путем сравнения полученного остаточного ресурса объекта с полным ресурсом нового (без предварительной эксплуатационной наработки) объекта того же типа на форсированном режиме нагружения оценивается степень повреждения (степень исчерпания ресурса) объекта за время его эксплуатационной наработки. Если полный ресурс объектов испытаний на форсированном режиме нагружения не известен, необходимо несколько новых объектов из той же партии испытать на этом режиме до предельного состояния и

оценить таким образом средний ресурс объектов при форсированной нагрузке, что не займет много времени при правильном выборе коэффициента форсирования нагрузки.

Принцип "запросов" применяется при ускоренных испытаниях изделий машиностроения, отказ которых обуславливается постепенным накоплением износных повреждений, проявляющихся в монотонном изменении уровня контролируемого выходного параметра (износа лимитирующего элемента, производительности, расхода энергии и др.).

Ускоренные ресурсные испытания по принципу запросов предназначены для ориентировочной оценки ресурса испытываемого образца изделия до достижения заданного предельного износа или оценки износа, соответствующего заданной наработке изделия в нормальном режиме. Под износом здесь понимается изменение любого параметра, характеризующего степень постепенной утраты испытываемым изделием ресурса. Износ отсчитывается от начала испытаний.

Принцип "запросов" применим для объектов со стационарным и нестационарным изнашиванием в нормальном режиме. Наиболее эффективно использование данного метода для нестационарного изнашивания, когда интенсивность изнашивания (или скорость размерного износа) зависит от величины накопленного износа. При наличии информации о стационарности изнашивания объекта в эксплуатации целесообразнее использование методов сокращенных испытаний (ускоренных испытаний, не связанных с форсированием режимов). Испытания по принципу "запросов" проводятся при последовательном ступенчатом чередовании нормального и форсированного режимов в процессе испытаний каждого образца. В процессе испытаний устанавливается зависимость интенсивности изнашивания в нормальном режиме от уровня накопленного изделием износа при условии, что эта зависимость, полученная по результатам ступенчатых испытаний, справедлива для процесса изнашивания в нормальном режиме в интервале от момента окончания приработки до накопления предельного износа. Ускоренное получение всего необходимого ряда уровней накопленного износа обеспечивается испытаниями на ступенях с форсированным

режимом (форсированных ступенях).

Достоверность результатов испытаний кроме прочих факторов (погрешности измерений и т.п.) определяется правильностью выбора вида функции изменения интенсивности изнашивания от уровня накопленного изделием износа (или соответствующей функции накопления износа от времени). В процессе обработки результатов испытаний возможна корректировка с целью выбора функции, отличной от предварительно выбранной и приводящей к меньшей по сравнению с ней погрешностью результатов. При испытаниях по данному методу в качестве нормального режима соответствующих ступенях применяют любой режим, по отношению к которому оценивается ресурс изделия: постоянный режим, режим с циклическим или стационарным случайным изменением уровня внешних нагрузочных воздействий и др. Параметры нормального режима должны задаваться нормативно-технической документацией, отражающей требования к надежности изделия. При отсутствии таких требований параметры нормального режима назначают в соответствии с требованиями работы изделия в эксплуатации по общим правилам выбора режимов нормальных ресурсных испытаний.

Форсированный режим должен быть выбран таким, чтобы скорость изнашивания на каждой ступени с нормальным режимом (нормальной ступени) при данном значении износа (или в данном диапазоне износа) не зависела от того, при каком режиме был накоплен этот износ - форсированном или нормальном.

К возможным причинам невыполнения этого требования относятся следующие:

а) форсированный режим обладает свойством избирательности по отношению к отдельным элементам изделия, что приводит к изменению относительного распределения износа: между отдельными деталями и узлами изделия; между поверхностями трения сопряжения; по отдельным участкам одной и той же поверхности трения и т.п.;

б) форсированный режим приводит к значительным изменениям физико-химического состояния поверхностей трения по отношению к условиям работы в нормальном режиме или изменениям, совершенно не свойственным таким

условиям, например, пластическому деформированию поверхностных слоев, шаржированию абразивных частиц на поверхности трения, образованию дополнительных вторичных структур и др.

Отсутствие последействия режима в отношении скорости изнашивания на последующей нормальной ступени можно подтвердить непосредственно в процессе испытаний нескольких образцов изделия по настоящему методу. С этой целью испытания двух образцов строятся так, что износ, накопленный в одном из образцов в нормальном режиме после первой форсированной ступени, достигается другим образцом путем испытаний только в нормальном режиме. При этом скорость изнашивания в нормальном режиме после форсированной ступени для одного образца сопоставляется с аналогичной скоростью изнашивания для второго образца.

Испытания каждого испытуемого образца методом запросов начинают с приработочной ступени, проводимой в режиме, установленном для приработки данного изделия. После окончания ступени производят измерение приработочного износа.

В конце следует отметить, что наиболее эффективны научные исследования непосредственно в производственных условиях с их реальными эксплуатационными особенностями. Никакая самая отличная лаборатория не может создать полной имитации эксплуатационных условий – для исследователя нет лучшего оборудования, чем режим реальной эксплуатации. Поэтому ускоренные испытания следует разумно сочетать с исследованиями в эксплуатационных условиях.

При проектировании строительных конструкций часто возникает задача испытания сооружений и конструкций на прочность. В настоящее время эксперимент, результаты испытаний непосредственно входят в процесс расчета и проектирования и становятся их неотъемлемой частью. Анализ результатов экспериментальных исследований дает возможность проверить правильность расчетов и технологии изготовления конструкций.

ЛЕКЦИЯ 3

Методы поиска новых технических решений.

Поиск литературы по теме исследования. Критический анализ научной информации.

1. Источники информации. Цель и задачи аналитического обзора

1.1. Цели аналитического обзора

Основными *целями аналитического обзора* являются:

- определение уровня достижения целей и задач научного исследования;
- установление степени новизны возникших идей;
- определение или уточнение возможных направлений практической реализации этих идей.

К *задачам аналитического обзора* относится не перечисление всех известных фактов, а их критическое осмысление и анализ.

Составление аналитического обзора можно разбить на следующие *этапы*:

- поиск и хранение информации по теме исследования,
- подготовка аналитического обзора.

Так как создаваемая новая продукция не должна уступать лучшим мировым образцам и быть конкурентоспособной, то при составлении аналитического обзора нужно опираться не только на отечественную, но и на зарубежную информацию: научно-техническую (НТИ) и конъюнктурно-экономическую (КЭИ) информации. К НТИ относят информацию, касающуюся вопросов создания новых объектов, а к КЭИ – вопросов их продажи. В состав НТИ входит и информация о правовой защите новых объектов, так называемая патентная информация (ПИ).

1.2. Поиск и хранение информации

Поиск информации – это довольно трудоемкая работа. Например, многие химики-исследователи на поиск информации тратят до 25 % своего рабочего времени.

Поток информации огромен и продолжает быстро расти. С изучением проблем информации связана отрасль науки - *информатика*. К задачам информатики относят разработку и передачу информационных продуктов, ресурсов, систем, технологий и др. Структурной единицей информационных продуктов является *документ*.

В зависимости от способа представления информации документы делят на *текстовые* (книги, журналы, отчеты и др.), *графические* (чертежи, схемы, диаграммы и др.), *аудиовизуальные* (звукозаписи, кино- и видеофильмы), *машиночитаемые* (электронные базы данных, информация на микрофотоносителях и др.) и др.

Кроме того, документы подразделяют на *первичные* (содержат непосредственные результаты научных исследований, нового осмысления известных идей и фактов), *вторичные* (содержат результаты переработки первичных документов) и *третичные* (содержат результаты переработки вторичных документов).

К первичным документам относят:

- *непериодические издания* (книги, брошюры, монографии и др.);
- *периодические издания*, выходящие через определенные промежутки времени (газеты, журналы, еженедельники и др.);
- *продолжающиеся издания*, выходящие через неопределенные промежутки времени по мере накопления материала или необходимости (сборники научных трудов, ученых записок, известий и др.);
- *специальные издания* (отчеты о НИР, тезисы докладов конференций, диссертации, патентная документация, стандарты, каталоги, рекламные проспекты фирм, товарно-фирменные справочники и др.).

Вторичные документы подразделяют на справочные, обзорные, реферативные и библиографические.

К третичным документам относят каталоги, указатели, оглавления и др.

От знаний и умений поиска информации зависит не только личный успех, но, зачастую, и будущее организации, предприятия, фирмы, страны. Поэтому любое государство уделяет огромное внимание проблемам информации.

В нашей стране существует Государственная система научно-технической информации (ГСНТИ). В ее структуру входят федеральные органы научно-технической информации (НТИ) и научно-технические библиотеки; отраслевые органы НТИ и научно-технические библиотеки, региональные центры НТИ. Органы НТИ, научно-технические библиотеки и центры НТИ обеспечивают сбор, хранение и обработку отечественных и зарубежных источников НТИ, формирование, ведение и организацию использования федеральных, отраслевых и региональных информационных фондов, баз и банков данных, составляющих федеральные ресурсы НТИ.

В зарубежных странах существуют свои сети информационных служб, собирающие и обрабатывающие первичные документы и издающие вторичные и третичные документы. Так, например, из зарубежных изданий вторичных документов у химиков всего мира наибольшей популярностью пользуется американский реферативный журнал "Chemical Abstracts".

Более детально с источниками и методами поиска химической информации, в том числе и в Интернете, можно познакомиться в специальной литературе.

Следует обратить ваше внимание на то, что для поиска информации не существует общепризнанных правил. Исключение составляют ПИ, поиск которой регламентируется российским стандартом.

Информационно-поисковая работа – это своего рода искусство, но, как и в любом виде искусства, здесь тоже есть стандартные приемы, которые исследователю не мешает знать.

Рекомендуется при поиске и хранении информации выполнить следующие операции: 1) определить предмет поиска (ключевые слова, химические формулы, "лидеров" в данной области); 2) составить карту поиска (конкретизировать, уточнить все аспекты предмета поиска); 3) задать глубину поиска ("возраст",

"свежесть" информации); 4) выбрать источники информации; 5) провести поиск информации; 6) организовать отбор и хранение найденной информации.

1.2.2. Определение предмета поиска информации

Определяется источниками информации и особенностями третичных документов, облегчающих поиск первичных и вторичных документов.

Для поиска информации наиболее часто создаются предметные или алфавитно-предметные указатели. При наличии таких указателей предмет поиска формулируется одним или двумя ключевыми словами (может быть и целый набор ключевых слов). *Ключевые слова* – это существительные в именительном падеже в сочетании с другими существительными или прилагательными, или без них. Для нашего примера это может быть (в зависимости от целей научного исследования) следующий набор ключевых слов: *расчет стальных конструкций; обследование деревянных конструкций; способы усиления стальных конструкций; клееная древесина.*

Ряд вторичных документов имеет и другие типы указателей: авторские (по фамилии авторов документа), формульные (по химическим формулам, упоминающимся в документе), фирменные (по названиям фирм, организаций, создавших документ) и др. В этом случае предмет поиска может быть сформулирован в виде фамилии и имени; химической формулы; названия фирмы и др.

1.2.3. Составление карты поиска информации.

Карта поиска может быть одинаковой или индивидуальной для всех предметов поиска. Ее содержание определяется целями и задачами научного исследования. Карта поиска уточняет, детализирует предмет поиска.

Задание глубины поиска информации. Глубина поиска информации также во многих случаях определяется целями и задачами научного исследования. Единых подходов к глубине поиска информации не существует. На выбор допустимого "возраста" собираемой информации оказывают влияние многие факторы:

масштаб научных исследований (исследования большого коллектива или маленькой группы исследователей); область науки; характер НИР (теоретические или поисковые); дефицит источников информации, времени и средств у исследователя и др.

Считают, что выбор глубины поиска информации важен лишь на начальных стадиях исследования, а в дальнейшем исследователь должен знать информацию по изучаемому вопросу за многие годы. Для ориентировочной оценки глубины поиска начальных стадий научных исследований рекомендуют использовать "полупериод жизни" публикаций, который составляет для [3]: физики – 4,6 года; химии – 8,1 года; математики – 10,5 года.

При создании новых объектов техники глубину поиска информации можно определить в 15 лет (средний возраст обновления техники).

Для планирования научных исследований большому коллективу рекомендуется поиск информации проводить за 50 и более последних лет.

Выбор источников информации во многом зависит от "возраста" информации в этих источниках.

Необходимо знать, что "возраст" информации увеличивается в ряду источников, обозначенном в табл. 1.

Таблица 1

Источники информации и ее примерный "возраст"

Источник информации	"Возраст" информации (не менее)
Средства оперативной массовой (Интернет, радио, телевидение) и индивидуальной (телефон, факс и др.) информации	1 минута
Ежедневные, еженедельные газеты и др.	1 сутки
Периодические ежемесячные, ежеквартальные и др. издания (газеты, журналы, бюллетени, сборники и др.)	1 месяц
Реферативные журналы	3 месяца
Непериодические издания (книги, сборники и др.)	1 год

Зависит выбор источников информации также и от целей и задач научного исследования. Так, например, если при выполнении научных исследований планируется создать новый объект техники и осуществить его правовую защиту, то необходимо использовать и специальные вторичные источники патентной информации. Если в цели научных исследований входит организация промышленного производства нового объекта, то трудно обойтись без специальных источников конъюнктурно-экономической информации.

1.2.4. Проведение поиска информации.

При изучении нового для вас объекта рекомендуется поиск информации начинать с изданий энциклопедического характера (универсальных и специальных энциклопедий, учебников, монографий, обзоров, справочников, словарей и др.).

Значительно ускоряет поиск информации найденный обзор по теме исследования по следующим обстоятельствам:

- в обзоре достаточно полно анализируется информация на дату его публикации (за исключением 1-3 последних лет);
- обзор позволяет выявить "лидеров" по теме исследований (исследователей, лаборатории, фирмы);
- материалы обзора знакомят со спецификой темы исследования (сопутствующими проблемами, терминологией и др.).

В качестве отправного пункта для дальнейшего поиска информации можно использовать термины (как ключевые слова или определители рубрик библиографических указателей), фамилии или названия "лидеров".

Поиск информации за несколько последних лет лучше проводить по реферативным журналам.

Полезно пользоваться специальными библиографическими изданиями. Желательно стремиться к идеальному варианту – знакомству со всеми первичными документами. Начинающему исследователю по вопросам поиска

информации рекомендуется обращаться за консультацией к работникам библиотек и специальных информационных служб.

1.2.5. Отбор и хранение найденной информации

Рекомендуется всю найденную информацию сохранять, так как она может пригодиться не только для данного, но и последующих исследований.

Система хранения информации у каждого исследователя может быть индивидуальной и оригинальной, но она должна обеспечивать минимальное время обращения к конкретной информации. Если вы ищите у себя один нужный документ более 2 минут, то ваша система хранения информации никуда не годится! Существует несколько полезных советов по отбору и хранению информации. Я приведу вам один совет.

Необходимо создавать, совершенствовать и обновлять свою собственную картотеку (информацию об информации), состоящую из библиографических карточек для каждого найденного вами документа. Форма библиографической карточки может быть различной (на бумажном, магнитном носителях и др.), но ее содержание должно включать: сведения об источнике информации; название работы на языке оригинала; данные об авторах и выходные данные работы; краткое содержание работы (реферат) и свое отношение к ней; специальные отметки (наличие первичного документа, перевода и их местонахождение, шифр книги, библиотеки и др.).

1.2.6. Составление аналитического обзора

Обзор – это текст, содержащий обобщенную информацию по одной теме, извлеченную из множества отобранных документов.

До написания обзора вся собранная информация должна быть предварительно систематизирована. Принципы систематизации информации могут быть различными: по году публикации, странам, авторам, фирмам, способам решения проблемы и др.

Обзор должен быть продуктом творческого труда и поэтому содержать личностное отношение исследователя к приводимой информации, ее анализ и сопоставление.

Обязательным элементом аналитического обзора являются выводы. В выводах должно быть отражено достижение целей аналитического обзора.

Обращу ваше внимание на следующее:

1. уровень квалификации специалиста с высшим образованием определяется и его информированностью;
2. для извлечения нужной информации из гигантского потока нужно иметь соответствующие знания и навыки работы с ней;
3. приобретение и распространение информации является одним из самых прибыльных видов бизнеса;
4. чтобы стать высокопрофессиональным специалистом, необходимо постоянно читать специальную литературу (научную, техническую и др.).

ЛЕКЦИЯ 4

Экспериментальные исследования. Реферативные базы данных. Различные системы идентификации. Основные наукометрические показатели.

1. Структура исследования: обоснование актуальности и определение темы исследования, его цели и задания

В изучении научного исследования приходится решать проблемы, на какие характеристики должно быть обращено главное внимание, какие исходные философские понятия необходимо привлекать для его описания и обоснования. Терминологические расхождения при решении проблемы чаще всего свидетельствуют о глубоких различиях между философскими концепциями научного исследования, а, следовательно, об их различных возможностях оказывать влияние на прогресс современной науки. В конечном счете, такие расхождения проявляются в критериях оценки профессиональной подготовки ученых и эффективности научно-исследовательского труда, в поисках путей оптимизации этого вида социальной деятельности.

Познавательная деятельность в современной науке претерпевает существенные изменения, порождаемые главным образом все более углубляющимся разделением научно-исследовательского труда и организованным получением планируемых результатов. В условиях разделения труда научное исследование расчленяется на познавательные исходные задачи (эмпирические, теоретические, конструктивные), которые решаются особыми группами научных работников. Результаты, полученные ими, являются только частью конечных планируемых результатов.

Изучение этих изменений имеет большое значение при разработке философской концепции науки и научного исследования. Для объяснения, обоснования и согласования познавательной деятельности этих групп исследователей недостаточно оперировать абстрактным понятием "субъект познания" с его способностью к теоретическому мышлению и чувственно-

практическим действиям. Необходим конкретный анализ целевых установок, организующих научное исследование, наиболее важных познавательных задач и исходных специфических элементов, образующих структуру научного исследования. Научное исследование является подсистемой более сложного объекта, называемого наукой. Поэтому необходимо изучать конкретные отношения структурных элементов научного исследования к другим исходным подсистемам науки: средствам познания, объектам и ранее полученным результатам.

Несомненно, характер связей между элементами научного исследования определяется способностью ученого к систематическим и целенаправленным действиям. Однако более важно учитывать гносеологическую зависимость этих элементов от исходных подсистем научного процесса познания.

Между этими составными частями научного процесса познания существуют закономерные связи, зависимости и взаимодействия. Например, возможности выделения и изучения отдельных структурных единиц, подсистем или фактов в исследуемых объектах зависят от разработанных средств познания, от объема и характера установленных знаний. Эмпирическая точность и логическая строгость исходных знаний в любом научном исследовании находятся в соответствии и со степенью развитости средств познания. Зависимости между составными частями научного процесса познания определяют уровень и характер использования всех составных элементов научного исследования. Структура научного процесса познания играет конструктивную роль по отношению к структуре научного исследования. В ней следует искать конечные основания для принятия или критики самих познавательных действий ученых.

В обосновании и использовании каждого элемента научного исследования необходимо соблюдать следующие основные требования: обращаться к самим познаваемым объектам, конкретным результатам; контролировать использование средств и методов познания; сводить возникающие неопределенности до минимума; расчленять все познавательные действия на такие исходные операции, которые допускают воспроизводимость полученных результатов, проверку одних

и тех же результатов при помощи различных методов; последовательно разграничивать познавательные действия с объектами и материальными средствами познания, с одной стороны, и математическими и логико-языковыми средствами - с другой; разграничивать установленные и предполагаемые факты. Каждый из этих составных элементов должен согласовываться с целями научного исследования, допускать уточнение при помощи других элементов, обеспечивать переход от рассуждений о познаваемых объектах к эмпирическому их изучению при помощи методов наблюдения, измерения, эксперимента.

При работе над обоснованием проблемы научный работник или коллектив чаще всего самостоятельно выбирают *тему исследования*.

Выбору темы предшествует тщательное ознакомление с отечественными и зарубежными публикациями по данной и смежным специальностям.

Выбранная тема должна быть актуальной (экономически эффективной, научно значимой), решать новую задачу (все, что известно, не исследуется, а просто используется при инженерных разработках), соответствовать профилю научного коллектива и быть осуществимой.

В последние годы при выборе темы широко используются два метода: *математический и экспертных оценок*.

Математический метод основан на использовании различных показателей определяющих перспективность исследований. В прикладных науках чаще всего применяют показатель перспективности, в основе которого лежат экономические показатели. В случае применения *метода экспертных оценок* эксперты оценивают планируемую тему по балльной шкале, отдавая предпочтение той теме, которая набирает наибольший суммарный балл.

2. Разработка концептуальных положений и аппарата исследования

Всякая наука основана на фактах. Она собирает факты, сопоставляет их и делает выводы - устанавливает законы той области деятельности, которую изучает. Способы получения этих фактов называются методами научного исследования. Основные методы научного исследования в технических областях

(в т.ч. и строительстве) - наблюдение и эксперимент.

Наблюдение. Это систематическое, целенаправленное прослеживание поведения конструкций (зданий, сооружений, элементов конструкций) в определенных условиях. Научное наблюдение требует постановки четкой цели и планирования. Заранее определяется, какие именно физические (механические и т.п.) процессы и явления будут интересовать наблюдателя, по каким внешним проявлениям их можно прослеживать, в каких условиях будет происходить наблюдение и как предполагается фиксировать его результаты. Особенность наблюдения в строительстве состоит в том, что непосредственно видеть и фиксировать можно только факты, относящиеся к внешнему поведению (потеря несущей способности, перемещения, потеря декоративных свойств и т. д.). Поэтому правильность результатов наблюдения зависит не только от точности регистрации фактов поведения, но и от их истолкования - определения физического смысла. *Наблюдение* обычно применяется, когда необходимо получить первоначальное представление о какой-либо стороне поведения объекта (конструкции, здания, сооружения, элемента конструкции и т.п.), выдвинуть предположения о его причинах. Проверка этих предположений чаще всего осуществляется при помощи *эксперимента*.

Наблюдение должно быть целенаправленным: наблюдатель должен отчетливо представлять и понимать, что он собирается наблюдать и для чего наблюдать, иначе наблюдение превратится в фиксацию случайных, второстепенных фактов. Наблюдение следует проводить систематически, а не от случая к случаю. Поэтому такое наблюдение, как правило, требует более или менее продолжительного времени. Чем дольше наблюдение, тем больше фактов может накопить наблюдатель, тем легче будет ему типичное от случайного, тем глубже и надежнее будут его выводы. Эксперимент в строительной науке состоит в том, что ученый (экспериментатор) намеренно создает и видоизменяет условия, в которых действует изучаемый объект (здание, сооружение и т.п.) ставит перед ним определенные задачи и по тому, как они решаются, судит о возникающих при этом процессах и явлениях. При изучении строительных конструкций

применяют следующие основные типы эксперимента: лабораторный и натурный.

Первый этап работы включает в себя: выбор проблемы и темы; определение объекта и предмета, целей и задач; разработку гипотезы исследования.

Второй этап работы содержит: - выбор методов и разработку методики исследования; проверку гипотезы; непосредственно исследование; формулирование предварительных выводов, их апробирование и уточнение; обоснование заключительных выводов и практических рекомендаций.

Третий этап (*заключительный*) строится на основе внедрения полученных результатов в практику. Работа литературно оформляется.

Первый этап состоит из выбора области сферы исследования, причем выбор обусловлен как объективными факторами (актуальностью, новизной, перспективностью и т. д.), так и субъективными -- опытом исследователя, его научным и профессиональным интересом, способностями, складом ума и т. д.

Проблема исследования принимается как категория, означающая нечто неизвестное в науке, которое предстоит открыть, доказать. *Тема* – в ней отражается проблема в ее характерных чертах. Удачная, четкая в смысловом отношении формулировка темы уточняет проблему, очерчивает рамки исследования, конкретизирует основной замысел, создавая тем самым предпосылки успеха работы в целом. *Объект* – это совокупность связей, отношений и свойств, которая существует объективно в теории и практике и служит источником необходимой для исследователя информации. *Предмет исследования* более конкретен и включает только те связи и отношения, которые подлежат непосредственному изучению в данной работе, устанавливают границы научного поиска. В каждом объекте можно выделить несколько предметов исследования. Из предмета исследования вытекают его цель и задачи.

Цель формулируется кратко и предельно точно, в смысловом отношении выражая то основное, что намеревается сделать исследователь. Она конкретизируется и развивается в задачах исследования.

Первая задача, как правило, связана с выявлением, уточнением, углублением, методологическим обоснованием сущности, природы, структуры

изучаемого объекта. *Вторая* - с анализом реального состояния предмета исследования, динамики, внутренних противоречий развития. *Третья* – со способностями преобразования, моделирования, опытно- экспериментальной проверки. *Четвертая* – с выявлением путей и средств повышения эффективности совершенствования исследуемого явления, процесса, т. е. с практическими аспектами работы, с проблемой управления исследуемым объектом.

Формулировка гипотезы. Уяснение конкретных задач осуществляется в творческом поиске частных проблем и вопросов исследования, без решения которых невозможно реализовать замысел, решить главную проблему.

Гипотезы бывают: *описательные* (предполагается существование какого-либо явления); *объяснительные* (вскрывающие его причины); *описательно-объяснительные*.

К гипотезе предъявляются определенные требования: 1) она не должна включать в себя слишком много положений: как правило, одно основное, редко больше; 2) в ней не должны содержаться понятия и категории, не являющиеся однозначными, не уясненные самим исследователем; 3) при формулировке гипотезы следует избегать ценностных суждений, гипотеза должна соответствовать фактам, быть проверяемой и применимой к широкому кругу явлений; 4) требуется безупречное стилистическое оформление, логическая простота, соблюдение преемственности.

Гипотезы с различными уровнями обобщенности, в свою очередь, можно отнести к *инструктивным* или *дедуктивным*.

Дедуктивная гипотеза, как правило, выводится из уже известных отношений или теорий, от которых отталкивается исследователь. В тех случаях, когда степень надежности гипотезы может быть определена путем статистической переработки количественных результатов опыта, рекомендуется формулировать нулевую, или отрицательную гипотезу. При ней исследователь допускает, что нет зависимости между исследуемыми факторами (она равна нулю).

Формулируя гипотезу, важно отдавать себе отчет в том, правильно ли мы это делаем, опираясь на формальные признаки хорошей гипотезы: 1) адекватность

ответа вопросу или соответствие выводов с посылками (иногда исследователи формулируют проблему в определенном, одном плане, а гипотеза с ней не соотносится и уводит человека от проблемы); 2) правдоподобность, т. е. соответствие уже имеющимся знаниям по данной проблеме (если такого соответствия нет, новое исследование оказывается изолированным от общей научной теории); 3) проверяемость.

Второй этап исследования носит ярко выраженный индивидуализированный характер, не терпит жестко регламентированных правил и предписаний. И все же есть ряд принципиальных вопросов, которые необходимо учитывать: вопрос о методике исследования, так как с ее помощью возможна техническая реализация различных методов.

В исследовании мало составить перечень методов, необходимо их сконструировать и организовать в систему. Нет методики исследования вообще, есть конкретные методики исследования.

Методика – это совокупность приемов, способов исследования, порядок их применения и интерпретации полученных с их помощью результатов. Она зависит от характера объекта изучения, методологии, цели исследования, разработанных методов, общего уровня квалификации исследователя.

Составить программу исследования, методику невозможно: 1) во-первых, без уяснения, в каких внешних признаках проявляется изучаемое явление, каковы показатели, критерии его развития; 2) во-вторых, без соотнесения методов исследования с разнообразными проявлениями исследуемого явления. Только при соблюдении этих условий можно надеяться на достоверные научные выводы.

В ходе исследования составляется программа. В ней должно быть отражено: какое явление изучается; по каким показателям; какие критерии оценки применяются; какие методы исследования используются; порядок применения тех или иных методов. Совокупность методов продумывается для каждого этапа исследования.

При выборе методики учитывается много факторов, и прежде всего предмет, цель, задачи исследования. Методика исследования, несмотря на свою

индивидуальность, при решении конкретной задачи имеет определенную структуру. Ее основные компоненты: 1) теоретико-методологическая часть, концепция, на основании которой строится вся методика; 2) исследуемые явления, процессы, признаки, параметры; субординационные и координационные связи и зависимости между ними; 3) совокупность применяемых методов, их субординация и координация; 4) порядок применения методов и методологических приемов; 5) последовательность и техника обобщения результатов исследования; 6) состав, роль и место исследователей в процессе реализации исследовательского замысла.

Эти выводы должны отвечать следующим методическим требованиям: быть всесторонне аргументированными, обобщающими основные итоги исследования; вытекать из накопленного материала, являясь логическим следствием его анализа и обобщения.

При формулировании важно избежать двух нередко встречающихся ошибок: своеобразного топтания на месте, когда из большого и емкого эмпирического материала делаются весьма поверхностные, частичного порядка ограниченные выводы; непомерно широкого обобщения, когда из незначительного фактического материала делаются неправомерно широкие выводы.

Третий этап - внедрение полученных результатов в практику. Работа литературно оформляется.

3. Экспериментальные исследования: обработка результатов эксперимента

Таким образом, теоретические и экспериментальные исследования дополняют друг друга и являются составными элементами процесса познания окружающего нас мира. Как правило, результаты экспериментальных исследований нуждаются в определенной математической обработке. В настоящее время процедура обработки экспериментальных данных достаточно хорошо формализована и исследователю необходимо только ее правильно использовать. Круг вопросов, решаемых при обработке результатов эксперимента, не так уж велик. Это вопросы подбора эмпирических формул и

оценка их параметров, вопросы оценки истинных значений измеряемых величин и точности измерений, вопросы исследования корреляционных зависимостей и некоторые другие.

При экспериментальных исследованиях в более общем случае определению подлежат аналитические выражения зависимостей между переменными: формулы и значения коэффициентов этих формул. Формулы могут быть получены либо теоретически, либо путем обработки экспериментальных данных. В последнем случае они называются эмпирическими.

Поскольку физические эксперименты проводятся с погрешностями, то функциональная зависимость (формула) не может быть получена однозначной, (истинной) и поэтому необходимо стремиться получить наиболее простую приближенную формулу. Погрешность измерения - отклонение результата измерений (значения величины, найденной путем ее измерения) от истинного значения измеряемой величины. Перед подбором эмпирических формул необходимо еще раз убедиться в достоверности эксперимента и проверить воспроизводимость его результатов (например, по критерию Кохрена), а соответствие подобранных формул – на адекватность, по критериям согласия.

Каждый экспериментатор должен знать закономерности измерительных процессов: уметь правильно измерять изучаемые величины; оценить погрешности при измерениях; с требуемой точностью вычислить значения величин и их минимальное количество; определить наилучшие условия измерений, при которых погрешности будут наименьшими; потребное минимальное их количество (для получения устойчивого среднего значения) и провести общий анализ результатов измерений.

3.1. Ошибки измерений

Основой всего естествознания является наблюдение и эксперимент. *Наблюдение* - это систематическое, целенаправленное восприятие того или иного объекта или явления без воздействия на изучаемый объект или явление. Наблюдение позволяет получить первоначальную информацию по изучаемому объекту или явлению. *Эксперимент* - метод изучения объекта, когда

исследователь активно и целенаправленно воздействует на него путем создания искусственных условий или использует естественные условия, необходимые для выявления соответствующих свойств. Достоинствами эксперимента по сравнению с наблюдением реального явления или объекта является: 1. Возможность изучения в "чистом виде", без влияния побочных факторов, затемняющих основной процесс; 2. В экспериментальных условиях можно получить результат более быстро и точно; 3. При эксперименте можно проводить испытания столько раз, сколько это необходимо.

Результат эксперимента или измерения всегда содержит некоторую погрешность. Если погрешность мала, то ею можно пренебречь. Однако при этом неизбежно возникают два вопроса: во-первых, что понимать под малой погрешностью, и, во-вторых, как оценить величину погрешности. То есть, и результаты эксперимента нуждаются в определенном теоретическом осмыслении.

3.2. Цели математической обработки результатов эксперимента

Целью любого эксперимента является определение качественной и количественной связи между исследуемыми параметрами, либо оценка численного значения какого-либо параметра.

В некоторых случаях вид зависимости между переменными величинами известен по результатам теоретических исследований. Как правило, формулы, выражающие эти зависимости, содержат некоторые постоянные, значения которых и необходимо определить из опыта.

Другим типом задачи является определение неизвестной функциональной связи между переменными величинами на основе данных эксперимента. Такие зависимости называют эмпирическими.

Однозначно определить неизвестную функциональную зависимость между переменными невозможно даже в том случае, если бы результаты эксперимента не имели ошибок. Тем более не следует этого ожидать, имея результаты эксперимента, содержащие различные ошибки измерения.

Поэтому следует четко понимать, что целью математической обработки результатов эксперимента является не нахождение истинного характера

зависимости между переменной или абсолютной величины какой-либо константы, а представление результатов наблюдений в виде наиболее простой формулы с оценкой возможной погрешности ее использования.

3.3. *Виды измерений и причины ошибок*

Под измерением понимают сравнение измеряемой величины с другой величиной, принятой за единицу измерения. Различают два типа измерений: *прямые и косвенные*.

При *прямом* измерении измеряемая величина сравнивается непосредственно со своей единицей меры. Например, измерение микрометром линейного размера, промежутка времени при помощи часовых механизмов, температуры термометром, силы тока амперметром и т.п. Значение измеряемой величины отсчитывается при этом по соответствующей шкале прибора.

При *косвенном* измерении измеряемая величина определяется (вычисляется) по результатам измерений других величин, которые связаны с измеряемой величиной определенной функциональной зависимостью. Например, измерение скорости по пройденному пути и затраченному времени, измерение плотности тела по измерению массы и объема, температуры при резании по электродвижущей силе, величины силы по упругим деформациям и т.п.

При измерении любой физической величины производят проверку и установку соответствующего прибора, наблюдение их показаний и отсчет. При этом никогда истинного значения измеряемой величины не получить. Это объясняется тем, что измерительные средства основаны на определенном методе измерения, точность которого конечна. При изготовлении прибора задается класс точности. Его погрешность определяется точностью делений шкалы прибора. Если шкала линейки нанесена через 1 мм, то точность отсчета 0,5 мм не изменить если применим лупу для рассматривания шкалы. Аналогично происходит измерение и при использовании других измерительных средств.

Кроме приборной погрешности на результат измерения влияет еще ряд объективных и субъективных причин, обуславливающих появление ошибки измерения разности между результатом измерения и истинным значением

измеряемой величины. Ошибка измерения обычно неизвестна, как неизвестно и истинное значение измеряемой величины. Исключение составляют измерения известных величин при определении точности измерительных приборов или их тарировке. Поэтому одной из важнейших задач математической обработки результатов эксперимента и является оценка истинного значения измеряемой величины по данным эксперимента с возможно меньшей ошибкой.

3.4. *Типы ошибок измерения*

Кроме приборной погрешности измерения (определяемой методом измерения) существуют и другие, которые можно разделить на три типа:

1. *Систематические погрешности* обуславливаются постоянно действующими факторами. Например, смещение начальной точки отсчета, влияние нагревания тел на их удлинение, износ режущего лезвия и т.п. Систематические ошибки выявляют при соответствующей тарировке приборов и потому они могут быть учтены при обработке результатов измерений.

2. *Случайные ошибки* содержат в своей основе много различных причин, каждая из которых не проявляет себя отчетливо. Случайную ошибку можно рассматривать как суммарный эффект действия многих факторов. Поэтому случайные ошибки при многократных измерениях получаются различными как по величине, так и по знаку. Их невозможно учесть как систематические, но можно учесть их влияние на оценку истинного значения измеряемой величины. Анализ случайных ошибок является важнейшим разделом математической обработки экспериментальных данных.

3. *Грубые ошибки* (промахи) появляются вследствие неправильного отсчета по шкале, неправильной записи, неверной установки условий эксперимента и т.п. Они легко выявляются при повторном проведении опытов.

В дальнейшем будем считать, что систематические и грубые ошибки из результатов эксперимента исключены.

3.5. *Свойства случайных ошибок*

Случайные ошибки бывают как положительные, так и отрицательные разной величины, не превосходящей определенного предела.

Если обозначить через X истинное значение измеряемой величины, а результат первого измерения a_1 , то разность $X - a_1 = x_1$ или $a_1 - X = x_1$ называют истинной абсолютной ошибкой одного измерения. Одновременно она является случайной (при исключении систематических и грубых ошибок). Если измерения провести многократно в одних и тех же условиях, то результаты отдельных измерений одинаково надежны. Такую совокупность измерений $a_1, a_2 \dots a_n$ называют равноточными измерениями. Если проанализировать достаточно большую серию равноточных измерений и соответствующих случайных ошибок измерений, то можно выделить 4 свойства случайных ошибок: 1. Число положительных ошибок почти равно числу отрицательных; 2. Мелкие ошибки встречаются чаще, чем крупные; 3. Величина наиболее крупных ошибок не превосходит некоторого определенного предела, зависящего от точности измерения. Самую большую ошибку в ряду равноточных измерений называют предельной ошибкой; 4. Частные от деления алгебраической суммы всех случайных ошибок на их общее близко к нулю.

Оценку точности измерений проводят в соответствии с математическими и метрологическими правилами.

4. Обработка результатов исследований и оформления результатов

К основным результатам научных исследований принадлежат: научный реферат; научные доклады (сообщения) на конференциях, семинарах, симпозиумах; - магистерская работа; отчет о научно-исследовательской (исследовательско-конструкторской, исследовательско-технологической) работе; диссертации (докторские, кандидатские); автореферат диссертации; депонированная рукопись; монография; научная статья; аналитический обзор; авторское свидетельство, патент; алгоритм и программа и др.

Результат **научной деятельности** (научный результат) - новое знание, достижение в процессе фундаментальных или прикладных исследований, зафиксированное на любом информационном носителе и представлено в форме отчета, научного труда, научного доклада, научного сообщения о научно-

исследовательской работе, монографического исследования, научного открытия и тому подобное.

Результат научно-технической деятельности (научно-технический результат) - новое конструктивное или технологическое решение, экспериментальный (опытный) образец, закончено испытание, внедренная в производство разработка, новый сорт растений, породы животных, штаммы микроорганизмов и тому подобное, которые получены в процессе проектно-исследовательских, опытно-конструкторских, проектно-конструкторских и технологических работ. Результат научно-технической деятельности может быть представлен в форме отчета о научно-технической работе, эскизного проекта, конструкторской и технологической документации на научно-техническую продукцию, натурного образца и тому подобное.

Научный доклад – научный документ, содержащий изложение результатов научно-исследовательской или опытно-конструкторской работы, опубликованной в печати или прочитанной в аудитории.

Научный отчет – научный документ, содержащий подробное описание методики, хода исследования (разработки), результаты, а также выводы, полученные в итоге научно-исследовательской или опытно- конструкторской работы. Назначение этого документа - исчерпывающе осветить выполненную работу по ее завершению или за определенный промежуток времени.

Литературное оформление материалов исследования - трудоемкое и очень ответственное дело, неотъемлемая часть научного исследования.

Вычленив и сформулировать основные идеи, положения, выводы и рекомендации доступно, достаточно полно и точно - главное, к чему следует стремиться исследователю в процессе литературного оформления материалов.

Не сразу и не у всех это получается, так как оформление работы всегда тесно связано с доработкой тех или иных положений, уточнением логики, аргументации и устранением пробелов в обосновании сделанных выводов и т. д. Многое здесь зависит от уровня общего развития личности исследователя, его литературных

способностей и умения оформлять свои мысли.

В работе по оформлению материалов исследования следует придерживаться общих правил: 1) название и содержание глав, а также параграфов должны соответствовать теме исследования и не выходить за ее рамки. Содержание глав должно исчерпывать тему, а содержание параграфов - главу в целом; 2) первоначально, изучив материал для написания очередного параграфа (главы), необходимо продумать его план, ведущие идеи, систему аргументации и зафиксировать все это письменно, не теряя из виду логики всей работы. Затем провести уточнение, шлифовку отдельных смысловых частей и предложений, сделать необходимые дополнения, перестановки, убрать лишнее, провести редакторскую, стилистическую правку; 3) проверить оформление ссылок, составить справочный аппарат и список литературы (библиографию); 4) не допускать спешки с окончательной отделкой, взглянуть на материал через некоторое время, дать ему «отлежаться». При этом некоторые рассуждения и умозаключения, как показывает практика, будут представляться неудачно оформленными, малодоказательными и несущественными. Нужно их улучшить или опустить, оставить лишь действительно необходимое; 5) избегать наукообразности, игры в эрудицию. Приведение большого количества ссылок, злоупотребление специальной терминологией затрудняют понимание мыслей исследователя, делают изложение излишне сложным. Стил ь изложения должен сочетать в себе научную строгость и деловитость, доступность и выразительность; 6) изложение материала должно быть аргументированным или полемическим, критикующим, кратким или обстоятельным, развернутым; 7) соблюдать авторскую скромность, учесть и отметить все, что сделано предшественниками в разработке исследуемой проблемы, трезво и объективно оценить свой вклад в науку; 8) перед тем как оформить чистовой вариант, провести апробацию работы: рецензирование, обсуждение и т. п. Устранить недостатки, выявленные при апробировании.

Анализ представляемых на конференции, конкурсы и защиты магистерских работ позволяет выделить следующие их типы: 1) *Реферативные* - творческие

работы, написанные на основе нескольких литературных источников, предполагающие выполнение задачи сбора и представления максимально полной информации по избранной теме. Пример: «Современные материалы, используемые в ограждающих конструкциях»; 2) *Экспериментальные* – творческие работы, написанные на основе выполнения эксперимента, описанного в науке и имеющего известный результат. Носят скорее иллюстративный характер, предполагают самостоятельную трактовку особенностей результата в зависимости от изменения исходных условий. Пример: «Исследование устойчивости колонн в зависимости от технологических факторов»; 3) *Проектные* – творческие работы, связанные с планированием, достижением и описанием определенного результата (построением установки, нахождением какого-либо объекта и т. д.). Могут включать в себя этап исследования как способа достижения конечного результата. Пример: «Новые технологические и конструктивные решения при проектировании быстровозводимого газоотводящего ствола».

Натуралистические описательные – творческие работы, направленные на наблюдение и качественное описание какого-либо явления по определенной методике с фиксацией результата. При этом не выдвигается каких-либо гипотез и не делается попыток интерпретации результата. Пример: «Учет воздействия короткого замыкания в механических расчетах конструкций порталов ОРУ».

Исследовательские – творческие работы, выполненные с помощью корректной с научной точки зрения методики, имеющие полученный с помощью этой методики собственный экспериментальный материал, на основании которого делается анализ и выводы о характере исследуемого явления. Особенностью таких работ является непредопределенность результата, который могут дать исследования. Пример: «Исследование развития деформаций легких металлических конструкций при многократных повторных нагружениях».

5. Основные навыки работы с информационной платформой Web of Science

Web of Science (WoS) является ведущей международной наукометрической платформой. Унифицированная информационно-аналитическая площадка

объединяет реферативные базы данных научных журналов, монографий, патентов, в системе можно быстро найти и просмотреть сведения из любой области наук. Платформа существует с 1961 года (что делает ее еще и старейшей в мире), создатель – ISI (Institute for Scientific Information). В 2008 году права управления площадкой перешли медиакомпания Thomson Reuters, а уже в 2016 году – независимой Clarivate Analytics.

Web of Science – это крупнейшая платформа, в ней собрано более 170 млн. записей из более 34 тысяч научных изданий со всего мира. Обновление информации на сайте происходит ежедневно. У пользователей, кто получил доступ к системе, открываются возможности найти ценную информацию из мира науки и техники, написанную авторитетными учеными и опубликованную в одном из ведущих журналов с мировым именем.

Работа платформы Web of Science основана на принципе цитирования. На ресурсе не только представлены данные об авторах и их научных публикациях, но и приведены связи между материалами, которые использовал ученый при написании статьи, и работами, которые ссылаются на этого ученого.

Найти нужный материал на платформе можно по нескольким параметрам: по личным данным автора; по названию работы или тематике; по категориям; за определенный год; на нужном языке; конкретного вида – статья, книга, и так далее.

Web of Science объединяет знания по более чем 250 тематическим областям. При этом тематику каждой публикации площадка не определяет, а присваивает в зависимости от направления исследований в публикуемом журнале. Основная часть научных трудов на Web of Science – это англоязычные работы (около 92%). На долю русскоязычных публикаций приходится всего около 1%. Теперь для удобства пользователей из стран СНГ ресурс доступен в русскоязычной версии. Для нашего научного сообщества это стало значимым показателем важности, ведь базой данных пользуются в 120 странах мира. В основе научных материалов, индексируемых ресурсом, статьи из сферы естественных, точных и общественных наук. Тексты по гуманитарным наукам встречаются реже. Помимо статей из

журналов, на платформе представлены данные с конференций, научных обзоров, патентов, монографий, книг.

На платформе можно найти следующую информацию: публикацию по теме с уточнением результата по разным категориям (год выпуска, источники, тип работы), после чего выбрать нужный труд; самые новые материалы по теме – при помощи сортировки по дате публикации; наиболее цитируемые статьи – с помощью сортировки по числу ссылок; самые читаемые публикации – сортировка по показателю использования за определенный промежуток времени; работы конкретного ученого, в том числе и свои – поиск по автору, переход на все публикации ученого (здесь же можно посмотреть отчет по цитируемости или индекс Хирша); журналы – по названию издания; соавторов – поиск по теме или автору с уточнением информации об авторе; источники финансирования – поиск по «Финансирующим организациям» с просмотром № гранта и текста с данными по публикации; научные труды собственной организации, в том числе самые цитируемые – поиск по названию организации; оформить подписку, чтобы получать уведомление о выходе новых работ на электронную почту.

В Web of Science можно построить отчет о цитировании группы публикаций (не более 10 тысяч работ), например, отдельного ученого или организации. и подсчитать важные показатели:

- число публикаций, в том числе ежегодно;
- число цитирований, также с разбивкой по годам;
- количество ссылок, не учитывая самоцитирования;
- средняя цитируемость каждой публикации;
- индекс Хирша.

Помимо этого, система предоставляет информацию по числу цитирующих документов. Обычно это значение меньше, чем общее количество цитирований.

6. Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)

РИНЦ – это национальная библиографическая база данных научного цитирования, аккумулирующая более 12 миллионов публикаций российских авторов, а также информацию о цитировании этих публикаций из более 6000

российских журналов. Она предназначена не только для оперативного обеспечения научных исследований актуальной справочно-библиографической информацией, но является также мощным аналитическим инструментом, позволяющим осуществлять оценку результативности и эффективности деятельности научно-исследовательских организаций, ученых, уровень научных журналов и т.д. Проект стартовал в 2005 году, когда Научная электронная библиотека стала победителем конкурса Министерства образования и науки России на создание национального индекса научного цитирования. Основной целью запуска проекта была необходимость создания объективной системы оценки и анализа публикационной активности и цитируемости отечественных исследователей, организаций и изданий. Решение о создании национального индекса научного цитирования было обусловлено тем фактом, что лишь одна десятая от всех публикаций российских ученых попадает в международные базы данных научного цитирования, такие как Web of Science или Scopus. Кроме того многие направления российской науки (например, общественно-гуманитарные) там вообще практически не представлены.

В основе системы лежит библиографическая реферативная база данных, в которой индексируются статьи в российских научных журналах. В последние годы в РИНЦ стали включаться также и другие типы научных публикаций: доклады на конференциях, монографии, учебные пособия, патенты, диссертации. База содержит сведения о выходных данных, авторах публикаций, местах их работы, ключевых словах и предметных областях, а также аннотации и пристатейные списки литературы.

Для всех российских журналов в РИНЦ рассчитывается как классический *импакт-фактор*, который широко используется во всем мире для оценки уровня научных журналов, так и более сложные библиометрические показатели, учитывающие целый ряд дополнительных факторов, влияющих на величину импакт-фактора, и позволяющие скорректировать это влияние. В частности, учитывается тематическое направление исследований, объем, состав и хронологическое распределение журналов в базе данных, самоцитирование и

цитирование соавторами, возраст публикации, число соавторов, авторитетность ссылок (кто процитировал) и т.д. Аналогичные показатели рассчитываются и для научных организаций и отдельных ученых. Кроме того, списки публикаций и цитирований каждого автора, организации или журнала могут быть проанализированы путем построения распределений по тематике, году, журналу, в котором была опубликована работа, соавторам, организациям, в которых выполнялись работы, типу публикаций и т.д.

6.2. Индекс цитирования

Индекс цитирования – это не число. Это – большая база данных научных статей. Такая база данных индексирует библиографические списки каждой статьи – и, соответственно, знает, какие статьи цитируются чаще, а какие – реже. То есть принципиальный механизм очень прост и логичен. Первый автор написал статью и указал в списке литературы статью второго автора. Значит, в индексе цитирования к статье второго автора прибавится единица.

Зачем нужны индексы цитирования? Прежде всего для расчета наукометрических показателей. Иными словами, с помощью индексов можно как-то оценить деятельность ученого. Ведь это очень тонкая материя – оценка научных достижений. Как понять, хорошо работал ученый или нет? Эффективно ли израсходовал средства гранта? Имеют ли его исследования широкую известность? Эти и другие вопросы совсем не просты. И, конечно, точного ответа на них просто не существует.

Более-менее приближенную оценку могут дать эксперты – но настоящих специалистов в каждой сфере науки очень мало, и привлекать их для оценки каждого кандидата наук или даже аспиранта – не вариант. Остается единственный способ оценить работу ученого – численные показатели, основанные на индексах цитирования. И самый главных из них – это *индекс Хирша* или h-индекс. Сложно найти человека, близкого к научным кругам, который бы ни разу не слышал об этом показателе. А, между прочим, Хирш предложил свой индекс чуть больше десяти лет назад – в 2005 году. В двух словах, индекс Хирша – это число, по которому можно оценить продуктивность каждого ученого.

Как же он рассчитывается? Если посмотреть на официальное определение, станет страшно:

Учёный имеет индекс h , если h из его N_p статей цитируются как минимум h раз каждая, в то время как оставшиеся $(N_p - h)$ статей цитируются не более, чем h раз каждая.

На самом деле все несколько проще. Приведем несколько примеров.

Ученый А написал и опубликовал за год 50 статей. Каждую из них процитировали ровно один раз. Индекс Хирша для этого ученого будет равен 1.

Ученый Б написал всего одну статью. Но она получилась такой значительной, что ее процитировали 50 раз. Чему будет равен индекс Хирша для этого ученого? Тоже 1.

А вот еще один пример, более жизненный. **Ученый В** опубликовал 6 статей. Первую процитировали 5 раз, вторую – 4 раза и т.д. Посмотрим, как рассчитается h -индекс:

- Первая статья имеет 5 цитирований, а вторая – только 4. Значит, у автора уже есть *две статьи, которые имеют не менее 4 цитирований*.
- Дальше. Третья статья автора получила 3 цитирования. Получается, у автора есть *три статьи, которые имеют не менее 3 цитирований* (эта и две предыдущие). Вот у нас и есть индекс Хирша – 3 статьи и не менее, чем 3 цитирования у каждой. **$h\text{-index} = 3$** .
- На каждую из оставшихся статей приходится менее трех цитирований. Поэтому они на расчет индекса не повлияют.

6.3. Импакт-фактор и другие показатели

Как для оценки ученых есть индекс Хирша, так и для журналов есть специальный показатель – импакт-фактор. Его принцип тоже основан на цитированиях. Чем выше импакт-фактор – тем важнее и значительнее научный журнал.

Как правило, используют двухлетний импакт-фактор. Рассчитывается он очень просто – это:

Число цитирований в текущем году статей, опубликованных в журнале за предыдущие два года, поделенное на число этих статей.

Например, научный журнал за 2010 и 2011 годы опубликовал 1000 статей. В 2012 году эти статьи процитировали 50 раз. Значит, импакт-фактор журнала на 2012 год будет равен 0,05 (50 делится на 1000).

Кроме двухлетнего импакт-фактора может рассчитываться пятилетний. Иногда при расчете импакт-фактора исключают самоцитирование – т.е. ссылки из журнала на статьи в этом же журнале.

Показатели каждого журнала из РИНЦ всегда можно найти на сайте elibrary.ru. Достаточно найти журнал в каталоге и открыть страницу «Анализ публикационной активности журнала».

7. Наукометрическая база данных SCOPUS

Scopus – крупнейшая авторитетная база данных, в которой хранятся рецензируемые научные работы из более чем 23 тысяч изданий по самым разным дисциплинам. Здесь можно найти экспертные материалы по естественным и гуманитарным наукам, медицине, технике, технологиям и многим другим направлениям исследований. База постоянно пополняется новыми актуальными публикациями, а перечень индексируемых изданий регулярно обновляется.

Журналы проходят строгий отбор и индексацию, чтобы соответствовать высоким стандартам качества и оставаться лучшими информационными ресурсами для ученых во всех областях знаний.

Главные мировые институты, научные организации, рейтинговые агентства признают публикации в Scopus как наиболее информативные, качественные и достоверные. Министерство образования и науки России учитывает данные с международной площадки при подсчете показателей эффективности научной деятельности высших учебных заведений страны.

Пользователи Scopus могут осуществлять поиск по ключевым словам, фразам, названию статьи или журнала. Выданные системой результаты фильтруются по году публикации, теме, аффилиации, типу документов. Также в

базу данных встроены инструменты отслеживания, анализа и визуализации данных^[3].

Все включённые в Scopus периодические издания проходят проверку *Консультативным советом по отбору контента* (англ. *Content Selection & Advisory Board*). При этом издания обязаны поддерживать высокое качество своих публикаций – ежегодно их проверяют на предмет соответствия минимальным требуемым показателям индекса Хирша, CiteScore, SCImago Journal Rank (SJR), Source Normalized Impact per Paper (SNIP).

7.2. Принцип работы SCOPUS

Доступные функции. Пользователи могут искать по ключевым словам, фразам, названию статьи или журнала. Результаты можно фильтровать по году публикации, теме, аффилиции, стране авторов, типу документов. По умолчанию Scopus выводит результаты поиска в хронологическом порядке — от поздних к ранним. Также доступны: том, выпуск, цифровой идентификатор объекта, electronic identifier, ISSN, ISBN, возможная информация о грантах, язык публикации, абстракт работы с основными заключениями, а также полный лист используемой литературы.

В декабре 2016 года Scopus внедрил CiteScore — численный показатель, отражающий среднее количество цитируемости недавних статей, опубликованных в этом журнале. Также пользователям видны две дополнительные журнальные метрики. Первая это *Source Normalized Impact per Paper* (SNIP), показывающая различия в моделях цитирования между дисциплинами. SNIP журнала измеряют делением количества цитирований на статью на потенциал цитирования в предметной области. Другой показатель — SCImago Journal Rank (SJR) или *взвешенная оценка престижности журнала*. SJR рассчитывают на основе числа упоминаний/ссылок на статьи данного издания, а также значимости журналов, в которых они опубликованы. Чем выше SJR рейтинг журнала, тем ценнее публикация в нём. Пользователи могут просмотреть традиционные библиометрические индикаторы, такие как счёт цитирований и влияние публикаций (*Field-Weighted Citation Impact*), который сравнивает

показатель цитирований работы с другими публикациями в той же тематической категории. Другой доступной пользователям информацией является количество добавлений документа в библиотеки Mendeley, а также частота упоминаний в медиа, в блогах или в социальных сетях, включая Твиттер, Facebook, Google+, Reddit^[2].

Scopus составляет обширную базу данных авторов индексируемых работ. Профили «связаны» с системой ORCID, созданной в 2012 году в виде незапатентованного буквенно-цифрового кода, используемого для идентификации научных авторов. Совпадения имён и разные варианты написания одной и той же организации значительно усложняют процесс идентификации. Однако Scopus внедряет алгоритм *Scopus Affiliation Identifier* для всех материалов, точность его работы составляет 99 %. Когда исследователь публикует свою первую работу, система создаёт новый профиль с его именем и единственной указанной публикацией. Важным аспектом базы данных Scopus является высокий охват и доступность имён даже для относительно старых записей: от 25 % авторств в 1970—1974 годах, 52 % в период за 1995—1999 годы и до 82 % в 2015-2019 годах.