

Министерство высшего и среднего специального
образования Р С Ф С Р

КУЙБЫШЕВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ имени С.П.КОРОЛЕВА

И.А.Иващенко, И.А.Лиманов,
В.Г.Трубецкой

У Ч Е Б Н А Я
НА У Ч Н О - И С С Л Е Д О В А Т Е Л Ь С К А Я
РА Б О Т А С Т У Д Е Н Т О В

Учебное пособие

Утверждено редакционно-издательским
советом института 4.12.1975 г.

Куйбышев 1977

Предлагаемое учебное пособие составлено в соответствии с рабочей программой I-го этапа УИР "Содержание, организация и методика научной работы" и является основным пособием для студентов, изучающих курс "Основы научно-исследовательской работы". Раздел пособия "Обработка экспериментальных данных" используется также при проведении практических занятий по курсу. Установленный объем пособия не позволил полностью осветить вопросы 2-го и 3-го этапов УИР. Поэтому разделы программы "Реферат", "Содержание научного исследования", "Методика научного творчества" представлены обзорно и требуют разработки частных методик.

Учебное пособие предназначено для студентов всех специальностей института, а также может быть полезно для преподавателей, аспирантов и работников отраслевых лабораторий, руководящих учебно-исследовательской работой студентов.

ВВЕДЕНИЕ

XXV съезд КПСС поставил задачу ускорить техническое перевооружение производства во всех отраслях народного хозяйства, ускорить массовое применение высокоэффективных систем машин, оборудования, приборов и технологических процессов, обеспечивающих комплексную механизацию и автоматизацию производства, повышение производительности труда и качества продукции[1].

Революция в науке и технике требует кардинальных изменений в стиле и методах производственной деятельности, а для этого необходимы изменения и в подготовке инженерных кадров. Наши студенты — будущие руководители всех звеньев хозяйственного механизма — еще в учебных аудиториях должны быть воспитаны в духе подлинного уважения к науке, желания и умения творчески, на высоком научном уровне решать разнообразные задачи проектирования, производства и эксплуатации машин и технических устройств.

Для того чтобы привить всем выпускникам навыки и умение выполнять научные исследования научные исследования, в Куйбышевском авиационном институте, начиная с 1968-69 учебного года, в учебные планы всех специальностей была введена учебно-исследовательская работа (УИР).

В настоящее время, когда выполнение УИР предусматривается "Положением о научно-исследовательской работе студентов высших учебных заведений", утвержденным Минвузом СССР от 7 февраля 1974 г., и когда многие вузы вводят или собираются вводить научную работу студентов в учебный план, представляет интерес шестилетний опыт института по внедрению УИР [3].

При введении УИР следовало, в первую очередь, избежать недостатков, присущих факультативной форме студенческой научной работы. К ним следует отнести ее некомплексность, несистемность. Очень часто считают, что студент выполняет научную работу, если он является членом научно-технического кружка или семинара при кафедре,

если он подготовит реферат или сделает реферативный доклад, если он в студенческом конструкторском бюро проектирует рассчитывает или строит оригинальный авиационный или другой объект, или если он участвует в хозяйственной или государственной научно-исследовательской работе кафедры (лаборатории). Иначе говоря, факультативная студенческая научная работа для большинства ее участников строится по логической схеме "или". Но с точки зрения привития навыков и умения выполнять научные исследования мало, чтобы студенты делали что-нибудь сверх учебной программы. Необходимо, чтобы каждый студент изучил и самостоятельно прошел не какой-то один, а все этапы (ступени) научной работы.

Этапы эти общеприняты:

постановка задачи и ее четкое формулирование;

изучение состояния вопроса по фундаментальной, периодической и патентной литературе и составление обзора (реферата);

выбор и обоснование метода решения задачи, разработка методики исследования;

решение задачи, т.е. непосредственное выполнение теоретического или экспериментального исследования;

составление технического отчета с выводами и рекомендациями, защита работы или доклад на конференции, семинаре, научно-техническом совете.

Стало быть, выполняемая студентом научная работа только тогда даст желаемый результат, если она будет комплексной и автономной. Она должна строиться по логической схеме "и".

Учитывая, что студенты имеют небольшой резерв времени для выполнения научной работы, темы исследований должны быть небольшими. Они могут быть сколь угодно узкими, но такими, чтобы при выполнении каждой из них студент самостоятельно прошел все перечисленные выше этапы научного творчества. При такой постановке вопроса достижение высоких творческих результатов перестает быть самоцелью. Конечно, хорошо, если в ходе выполнения учебно-исследовательской работы студенту удастся достичь оригинальных результатов, которые могут служить основанием для заявки на изобретение или заслуживают опубликования в научном журнале. Но не это главное. Главное — чтобы студент получил навыки выполнения всех этапов научной работы, овладел методикой научного исследования.

В соответствии с изложенными принципами система УИР, принятая в институте, имеет 3 части (этапа) [4] .

1-й этап -- изучение вводного курса "Основы научно-исследовательской работы", в котором излагаются основные положения по планированию, организации, содержанию и методам выполнения научных исследований. Изучение этого курса предусмотрено на 6-7 семестре, в расписании занятий на него отводится 18-20 часов на лекции и 10-12 часов на практические занятия. В конце семестра студенты сдают зачет. После 1-го этапа для выполнения 2-го и 3-го этапов УИР студенты распределяются по специальным кафедрам, а также по тем общенаучным и общетехническим кафедрам, где преподаватели имеют большой опыт научно-исследовательской работы. Количество студентов, прикрепленных к одной кафедре, составляет от 12-15 человек (половина группы) до 50-60 человек (2 группы). В пределах кафедры студенты распределяются по руководителям, которыми являются преподаватели, и в отдельных случаях -- аспиранты и научные сотрудники отраслевых лабораторий. К одному руководителю прикрепляются от 2-х до 6-ти студентов. Каждый студент получает свою тему исследовательской работы.

2-й этап УИР выполняется на 7-м или 8-м семестрах. Содержание его является изучение технической литературы, включая и технические отчеты по выполненным на кафедре научно-исследовательским работам, и составление литературного обзора по заданной теме исследования -- реферата. На выполнение реферата планируется 45-50 часов самостоятельной работы студентов вне расписания.

3-й этап УИР проводится на 8-м или 9-м семестрах. Содержание его -- выполнение теоретического, экспериментального или смешанного исследования. Затраты времени студентов на выполнение исследовательского этапа УИР планируются в объеме 90-100 часов самостоятельной работы (в основном вне расписания). В конце семестра студент должен представить технический отчет, после защиты которого он получает зачет с оценкой.

В системе УИР 1-й и 2-й этапы являются подготовительными, вводными и самостоятельного значения не имеют, а 3-й этап является главным. Только выполняя научное исследование, студент может приобрести первый опыт и навыки ведения научно-исследовательской работы, поэтому без преувеличения можно утверждать, что без 3-го этапа нет УИР.

НАУКА - ДВИЖУЩАЯ СИЛА ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА

I.I. Науковедение

Марксизм-ленинизм учит, что наука является одной из форм общественного сознания, как исторически сложившаяся система приведенных в определенный порядок знаний, глубина, многоплановость и точность которых проверяются и непрерывно совершенствуются в практической деятельности людей [2].

Ленинские принципы советской науки включают в себя:

истинность философского мировоззрения, творческое применение методов диалектического материализма;

единство теории и практики;

плановость, концентрирующую свое внимание на ключевых проблемах науки и ускорении темпов научно-технического прогресса;

высокий гуманизм.

Бурный рост науки и усложнение ее структуры потребовали формирования специальной отрасли, которую называют наукой о науке, или науковедением.

Предметом изучения науковедения является структурное построение науки, способ и формы ее функционирования, связь и зависимость темпов и направления ее развития от других наук. Целью науковедения является разработка теоретических основ организации, планирования и управления наукой; разработка системы мероприятий, которые, опираясь на объективную логику развития науки, обеспечивали бы оптимальные темпы ее развития и повышение эффективности научных исследований.

Науковедение состоит из четырех основных разделов:

история науки и техники; социологические проблемы науки; логика и экономика науки; психология научно-технического творчества.

Эти составные части науковедения возникли и развивались независимо друг от друга и потому изучены далеко не в равной степени.

Давно сложилась как самостоятельная отрасль знания история науки и техники, которая отвечает на вопрос не только о том, что достигнуто наукой, но как и благодаря чему это произошло.

Когда мы говорим о социологии науки, то речь идет о проблеме взаимоотношений науки и общества, науки и производства. Одним из направлений в социологии науки является статистическая обработка историко-научного материала, позволяющего установить некоторые количественные закономерности развития науки. Большое место в социологии науки занимают вопросы об изучении роли дискуссий в науке, проблемы подготовки научных кадров, развитие и формирование научных школ.

Под логикой науки понимают объективные законы функционирования и развития науки. Из разделов логики подробно исследованы те части, которые касаются методов исследования, построения гипотез, теорий, способов доказательств.

Психология научного творчества занимается проблемой творческого мышления, его природой, разрабатывает пути автоматизации творческой деятельности.

1.2. Законы развития науки.

Прогрессивные черты современной науки

Закон экспоненциального роста, или закон ускоренного развития естественных наук. Экспоненциальный характер роста [5] научной деятельности, например роста потока информации, можно представить в виде формулы

$$y = a e^{kt}$$

где y - достигнутый уровень;

a - постоянный коэффициент;

$\frac{dy}{dt} = ky$ - скорость роста информации, пропорциональная достигнутому уровню;

$k = \frac{1}{y} \frac{dy}{dt}$ - относительная скорость роста.

Удобно характеризовать рост процесса периодом удвоения. При относительной скорости роста 5 - 7% в год ($K = 0,05 - 0,07$) удвоение роста информации осуществляется за 10 - 15 лет, расходы на науку удваиваются каждые 5 - 7 лет, национальный доход - за 20 лет. Таким образом, теоретически в начале XXI века наука может поглотить все человеческие и финансовые ресурсы. Практически этого не произойдет из-за содержащихся факторов, таких, как нехватка материальных и человеческих ресурсов, адаптивного торможения и др. Поэтому скорость роста информации выразится формулой

$$\frac{dy}{dt} = ky(b-y),$$

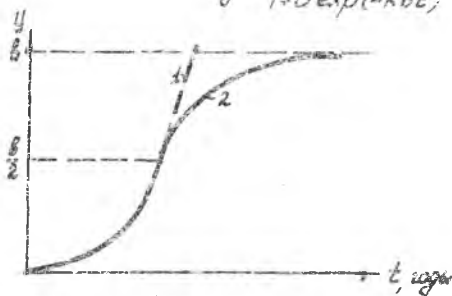
где $0 < y < b$;
 $k > 0$.

Относительная скорость

$$\frac{1}{y} \frac{dy}{dt} = k(b-y).$$

Теперь характер роста информации выразится уравнением логистической кривой:

$$y = \frac{b}{1 + 0,5 \exp(-kbt)}$$



Р и с. I

Переход экспоненты 1 в логистическую кривую 2 (рис. I) - результат содержащихся факторов.

Закон расширенного воспроизводства знаний и подчеркивает преимущество знаний, дает количественную меру преимуществности и опровергает все

фантазии строительства нового "с нулевой отметки". Не овладев знаниями, которое накопило человечество, нельзя сделать ничего нового. Формула закона расширенного воспроизводства знаний - на прежнего - через настоящее - в будущее.

К числу основных прогрессивных черт современной науки относятся следующие:

I. Специализация и дробление науки. Развитие наук - творческий процесс. Естественным состоянием

науки является ее дифференциация и интеграция, формирование новых проблем и научных дисциплин, отмирание старых.

2. У с и л е н и е к о н т а к т о в и в з а и м о с в я з е й в н а у к е. Узкоспециальные знания не всегда обеспечивают творческое научное воображение. Научные открытия часто совершаются на стыке наук, поэтому необходимо укреплять взаимные связи и контакты частных наук. Специализация наук способствует углублению исследований, связи и контакты с частными науками раздвигают границы исследований. Прикладные технические, медицинские и другие науки тесно связаны в настоящее время с механикой, физикой, химией.

3. М а т е м а т и з а ц и я н а у к. Ленин указывал, что прогресс науки будет связан с внедрением в нее математических методов. "Материя исчезает", остаются одни уравнения".^Ж Иными словами можно сказать, что во всякой науке столько содержится научного, сколько в ней математики. За последние годы отмечается не только оформление сравнительно новых направлений и разделов математики, но и широчайшее применение математических методов в таких областях знания, где раньше они мало применялись. Овладение математикой и на ее основе электронно-вычислительной техники повысило качество экспериментальных и описательных приемов научных исследований в биологии, медицине, экономике и многих других науках.

4. Х и м и з а ц и я н а у к. Проникновение химии в области прикладных технических и других наук является характернейшей чертой современного этапа развития науки и техники. В настоящее время широко применяются идеи и теоретические концепции химических наук и достижений химической промышленности в решении коренных проблем физики, микроэлектроники, медицины и т.д.

5. У с и л е н и е в з а и м о с в я з е й м е ж д у н а у к а м и и п р о и з в о д с т в о м. В 90-х годах XIX в. отмечалось, что потребность техники движет вперед науку гораздо больше, чем десяток университетов. В настоящее время наука оказывает на технику все усиливающееся обратное воздействие, опережая породившую ее практику в своем поступательном движении. Всесторонняя и надежная взаимосвязь между науками и производством является основным условием решения наиболее сложных и трудных проблем.

^Ж Ленин В.И. Новейшая революция в естествознании и философский идеализм. Полн. собр. соч. Изд. 5-е. Т.18, с. 326.

1.3. Система организации и координации научно-исследовательских работ в СССР

Основным координационным центром по НИР является Комитет по науке и технике при Совете Министров СССР. На Комитет возложено руководство работой научно-исследовательских учреждений по разработке важнейших проблем, координация деятельности институтов АН СССР, Союзных республиканских институтов по выполнению комплексных научных работ. Координация может вестись также и отраслевыми министерствами.

Координация НИР осуществляется с целью распределения тематики работ в соответствии со специализацией научных учреждений, устранения параллелизма, дублирования, организации производственной кооперации, исключения из тематических планов малоэффективных и морально-устаревших работ.

Ведущая роль в организации и развитии науки в стране принадлежит Академии наук СССР. Это крупнейший в мире центр науки, который имеет в своем распоряжении сеть академических научно-исследовательских институтов, институты отделений АН СССР, институты Академии наук союзных республик. В составе АН СССР около 250 научных учреждений, где работают более 160 тысяч человек, в том числе свыше 40 тысяч высококвалифицированных научных работников, выполняющих базовые исследования.

Кроме АН СССР, большое значение в организации и развитии науки в стране имеют отраслевые научно-исследовательские институты, проектно-технологические институты, опытно-конструкторские бюро, проблемные и отраслевые лаборатории, в которых выполняются в основном прикладные исследования.

Вузовская наука строится следующим образом: при вузах могут действовать крупные научно-исследовательские объединения, специальные конструкторские бюро, имеются проблемные и отраслевые лаборатории, научно-исследовательские группы. Управление осуществляется научно-исследовательским сектором (НИС) во главе с проректором по научной работе вуза.

Классификация научно-исследовательских работ (НИР):
по масштабу – научные направления, проблемы, темы;
по целям и характеру – проблемные, поисковые, оптимизационные, методические, конструкторские;

по методике выполнения - теоретическим, экспериментальным, экспериментально-теоретическим;
по отраслям знаний - технические и другие;
по источникам финансирования - государственные и хозяйственные.

1.4. Основные направления научных исследований в институте. Важнейшие результаты научно-исследовательских работ в КуАИ

Выполняя решения XXV съезда КПСС, утвердившего "Основные направления развития народного хозяйства СССР на 1976-80 годы", Куйбышевский авиационный институт провел значительную работу по развитию актуальных научных исследований, повышению их эффективности и качества, дальнейшему совершенствованию связи науки с производством и подготовке научных кадров.

Институт добился определенных успехов по укрупнению научных исследований и сосредоточению научно-педагогических сил и материальных ресурсов на выполнение наиболее важных работ для народного хозяйства.

Институт уделяет много внимания организации комплексных исследований и заключению долгосрочных договоров о научно-техническом содружестве, предусматривающих наряду с научно-исследовательской работой использование результатов научной деятельности для совершенствования подготовки высококвалифицированных специалистов. В 1976 году отраслевыми лабораториями и научно-исследовательскими группами при кафедрах по хозяйственным договорам с предприятиями и организациями выполнен большой объем научно-исследовательских работ.

Тематика научно-исследовательских работ распределена между тремя видами наук: общественными науками, техническими и проблемами высшей школы [6].

Общественные науки. Основными направлениями, по которым проводятся исследования в этой группе, являются:

опыт КПСС по осуществлению Ленинского плана строительства социализма и коммунизма: развитие общественного производства и повышение его эффективности, формирования нового человека, факторы всестороннего развития личности;

содержание процесса коммунистического воспитания студентов и формы его реализации.

Т е х н и ч е с к и е н а у к и. Основными направлениями, по которым проводятся исследования в этой группе, являются:

обеспечение ресурса, повышение надежности и экономичности летательных аппаратов и их двигателей за счет совершенствования аэродинамики и рабочих процессов, систем управления, создания оптимальных конструкций, повышения конструкционной прочности, разработки и внедрения прогрессивной технологии и АСУП;

разработка автоматизированных систем управления научными экспериментами и производственными испытаниями летательных аппаратов и их силовых установок, исследования принципов моделирования и автоматизации программирования для систем сбора и обработки данных научного эксперимента;

теоретические и экспериментальные исследования вихревого эффекта разделения газа, разработка холодильных агрегатов на основе вихревой трубы, применение приборов в системах обеспечения теплового режима;

разработка и исследования радиофизических методов преобразования и обработки информации и конструктивно-технологических методов микроминиатюризации радиотехнических и приборных систем летательных аппаратов. Проводятся исследования по разработке элементов и систем информации о режимах полета летательных аппаратов;

разработка методов и технических средств обеспечения защиты окружающей среды и создание автоматизированных систем измерения, контроля и наблюдения за состоянием загрязнения поверхности воды и атмосферы. Работы проводятся в соответствии с тематическим планом по комплексной проблеме "Человек и окружающая среда. Проблемы охраны природы".

П р о б л е м ы в ы с ш е й ш к о л ы. Госбюджетная научно-исследовательская работа по проблемам высшей школы имеет в институте четыре направления:

1. Содержание процесса коммунистического воспитания студентов и формы ее реализации. По этому направлению разрабатывалась тема "Основные формы идейно-воспитательной работы в вузе", проводились анкетные исследования.

2. Содержание обучения и формы его реализации в учебных планах и программах. Тема "Анализ бюджета времени и разработка мето-

дов управления содержанием и временем самостоятельной работы студентов" позволила разработать рекомендации по упорядочению графиков самостоятельных работ студентов.

3. Исследование проблем разработки и применения технических средств обучения.

По комплексной теме "Исследование путей, методов и эффективности применения вычислительной техники при курсовом и дипломном проектировании" разработаны методики использования ЭВМ в учебном процессе, на основании которых студентам представлена возможность самостоятельно составлять программы, вводить в ЭВМ входную информацию, использовать стандартные программы и получать необходимые результаты.

4. Автоматизированная система управления высшей школой.

По теме "Разработка типовой АСУ-вуз Минвуза РСФСР" разработано системное математическое обеспечение, позволяющее обрабатывать большие массы информации в поставленных задачах. Лабораторией АСУ-вуз обоснована структура первой очереди системы для использования средств вычислительной техники в учебном процессе и организационном управлении вузом, в автоматизации проектирования и проведении экспериментальных исследований.

НАУЧНЫЕ КАДРЫ

2.1. Подготовка научных кадров

Традиционной формой подготовки научных кадров является аспиратура, существующая при высших учебных заведениях (вуз) и научно-исследовательских учреждениях (НИУ) [7]. В очную аспирантуру принимаются лица не старше 35 лет, а в заочную аспирантуру - не старше 45 лет, имеющие законченное высшее образование и проявившие способности к научно-исследовательской работе. Срок обучения в очной аспирантуре - 3 года, в заочной - 4 года.

Поступающие в аспирантуру должны иметь опыт практической работы по профилю избранной специальности не менее двух лет после окончания вуза. Молодые специалисты допускаются к участию в конкурсных экзаменах в аспирантуру непосредственно после окончания вуза по рекомендациям советов вузов (факультетов). Выпускники вечерних и заочных вузов, имеющие опыт практической работы по профилю избранной научной специальности не менее двух лет, могут быть допущены к сдаче вступительных экзаменов в аспирантуру непосредственно после окончания вузов. Все поступающие в аспирантуру пишут реферат, представляют научные работы, изобретения, опытно-конструкторские разработки, проходят обязательное собеседование с предполагаемым научным руководителем, который сообщает в приемную комиссию о своем согласии осуществлять научное руководство.

Поступающие в аспирантуру сдают конкурсные экзамены по специальности, истории КПСС и одному из иностранных языков в объеме действующей программы для вузов. Вступительный экзамен по специальности должен предшествовать экзаменам по другим дисциплинам.

Передача экзаменов не допускается. Вступительные экзамены в аспирантуру действительны в течение одного календарного года.

На основании заключения предполагаемого научного руководителя и результатов конкурсных экзаменов приемная комиссия выносит мотивированное решение по каждому кандидату.

Одновременно с зачислением в аспирантуру ректором вуза или руководителем НИУ утверждается научный руководитель из числа докторов наук, профессоров, кандидатов наук. Научный руководитель консультирует аспиранта по научной работе и контролирует выполнение аспирантом утвержденного индивидуального плана на весь период пребывания в аспирантуре.

Аспиранты, занимающиеся с отрывом от производства, обеспечиваются стипендией, они пользуются ежегодно каникулами, продолжительностью два месяца. Аспирантам без отрыва от производства, успешно выполняющим индивидуальный план, предоставляется дополнительный ежегодный отпуск по месту работы с сохранением заработной платы продолжительностью 30 календарных дней для выполнения работ по диссертации.

Аспирант в процессе обучения принимает повседневное участие в научной жизни коллектива кафедры (лаборатории) и своими исследованиями по избранной теме диссертации должен активно содействовать выполнению всего плана научных исследований, за который отвечает научный руководитель аспиранта. В соответствии с индивидуальным планом аспирант обязан в установленный срок сдать кандидатские экзамены, защитить или представить одобренную кафедрой (лабораторией) к защите кандидатскую диссертацию. За время пребывания в аспирантуре наряду с изучением наук по специальности аспирант обязан глубоко овладеть марксистско-ленинской философией, методологией современной науки, активно участвовать в проведении массово-политической и воспитательной работы.

Аспиранты обязаны самостоятельно изучить по утвержденной Минвузом СССР программе основы педагогики и психологии, а также пройти педагогическую практику: подготовить и прочитать лекции по специальности, провести лабораторные или практические занятия со студентами. Аспиранты, выполнившие указанные требования, считаются успешно окончившими аспирантуру, и им выдается удостоверение единого образца по установленной форме.

Ц е л е в а я а с п и р а н т у р а является одной из основных форм подготовки научных и научно-педагогических кадров для

вузов, НИУ и других организаций, не имеющих возможности обеспечить подготовку кадров на местах. В целевую аспирантуру зачисляются командируемые лица вне конкурса после сдачи вступительных экзаменов.

В годичную аспирантуру зачисляются преподаватели и работники научных подразделений вузов, преподаватели средних специальных учебных заведений и учителя школ в возрасте не старше 45 лет для завершения научно-исследовательской работы по избранной теме, подготовки и защиты диссертации на соискание ученой степени кандидата наук. В аспирантуру со сроком обучения до I года зачисляются лица, имеющие стаж научной или педагогической работы, полностью сдавшие кандидатские экзамены, выполнившие научно-исследовательскую работу в объеме, достаточном для подготовки и защиты диссертации в течение срока пребывания в годичной аспирантуре и имеющие опубликованные статьи или монографии по этой теме.

Соискателями ученой степени кандидата наук могут быть специалисты, имеющие высшее образование, опыт работы по специальности и сочетающие производственную, научную или педагогическую деятельность с работой над диссертацией.

Соискатели ученой степени прикрепляются к НИУ и вузам, располагающим соответствующей научно-экспериментальной базой и квалифицированными научными кадрами для сдачи кандидатских экзаменов и для получения консультаций при работе над диссертацией.

Ректор вуза или руководитель НИУ на основании результатов собеседования соискателя с предполагаемым научным руководителем и заключения кафедры или соответствующего отдела, сектора или лаборатории издают приказ о прикреплении соискателя и утверждении ему научного руководителя.

Соискатели, как и аспиранты, сдают кандидатские экзамены по диалектическому и историческому материализму, одному иностранному языку и специальной дисциплине в соответствии с темой диссертации. Организация, учет и контроль работы соискателей осуществляется по месту прикрепления.

Соискателям ученой степени, успешно сочетающим производственную или педагогическую деятельность с научной работой, по решению советов вузов и НИУ представляются творческие отпуска с сохранением заработной платы по месту работы на срок до 3 месяцев для завершения кандидатской диссертации.

С т а ж е р ы-преподаватели. Прием стажеров-преподавателей осуществляется на один год за счет уменьшения приема в аспирантуру. Стажерами могут зачисляться лица в возрасте не старше 35 лет, имеющие высшее образование, активно участвующие в общественно-политической жизни и проявившие склонность к педагогической работе, из числа молодых специалистов непосредственно после окончания вуза, а также работников вузов, занимающих должности научных сотрудников и инженеров.

В процессе стажировки стажер-преподаватель обязан расширить и углубить знания по специальности и пройти педагогическую практику. Стажеры пользуются всеми правами, установленными для преподавателей вузов. Им выплачивается заработная плата в размере 100 рублей в месяц за счет стипендиального фонда вуза, осуществляющего стажировку.

По договоренности с руководством вузов преподаватели могут пройти стажировку с научным уклоном для поступления в аспирантуру или для завершения диссертационной работы.

2.2. Ученые степени и звания

В СССР установлены **у ч е н ы е с т е п е н и** кандидата и доктора наук [8].

Ученая степень кандидата наук присуждается лицам, имеющим высшее образование, сдавшим кандидатские экзамены, выполнившим и публично защитившим кандидатскую диссертацию.

Ученая степень доктора наук присуждается лицам, имеющим ученую степень кандидата наук или ученое звание профессора и публично защитившим диссертацию или опубликованные и завершённые работы, а также учебник для вуза.

Ученая степень доктора наук может быть в виде особого исключения присуждена и без защиты диссертации (работ) лицам, широко известным своими выдающимися научными трудами, открытиями, изобретениями.

Ученая степень кандидата наук присуждается на основании защиты кандидатских диссертаций (работ, учебников) специализированными советами высших учебных заведений и научно-исследовательских учреждений, которым предоставлено такое право. Ученая степень доктора наук присуждается Высшей аттестационной комиссией (ВАК) по

ходатайству специализированных советов вузов и НИУ.

Тематика диссертационных работ должна отвечать задачам современного развития науки и должна быть связана с планом основных научных работ. Темы утверждаются советами вузов и НИУ персонально для каждого исполнителя, когда установлена ее актуальность, научное и прикладное значение, имеется наличие условий для выполнения в намеченный срок и обеспечено должное научное руководство.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата наук является самостоятельной научно-исследовательской работой, содержащей решение части или отдельных вопросов крупной научной или научно-технической проблемы. Диссертация на соискание ученой степени доктора наук должна быть самостоятельной исследовательской работой, содержащей решение крупной научной или научно-технической проблемы.

Как кандидатская так и докторская диссертации содержат новые идеи, новые научные или научно-технические результаты, полученные с использованием современных методик и технических средств с учетом достижений современной науки. Каждая диссертация является рукописной или опубликованной монографией, написанной единолично на избранную тему.

Опубликованные работы, представленные к защите, должны быть посвящены разработке вопросов, объединенных одной темой. Изобретения и открытия, зарегистрированные в Комитете по делам изобретений и открытий при Совете Министров СССР, работы по созданию новых машин, систем управления, приборов, сооружений и технологических процессов, представляемые к защите, должны быть внедрены в производство и также соответствовать требованиям, предъявляемым к кандидатским и докторским диссертациям. Учебник для вузов, представляемый к защите, должен содержать научные достижения автора и быть опубликованным не менее чем за год до защиты.

Основное содержание диссертаций, представляемых к защите, в виде рукописей, должно быть опубликовано самостоятельно или в соавторстве в виде монографий или статей в научных или специальных журналах и других научных изданиях, а также в ученых записках или научных трудах высших учебных заведений, НИУ, выходящих платным изданием любым тиражом. К опубликованным работам приравниваются авторские свидетельства на изобретения и дипломы на открытия; депонированные в НИИ общесоюзной системы научно-технической информации рукописи работ, аннотированные в научных или реферативных

журналах; опубликованные тезисы докладов, сделанных на международных, всесоюзных или республиканских научных съездах, конференциях и совещаниях; алгоритмы, программы, методические и инструктивные материалы по программированию и алгоритмическим языкам, включенным в Государственный фонд алгоритмов и программ.

Для лиц, ведущих научно-педагогическую или научно-исследовательскую работу, в СССР установлены уч е н ы е з в а н и я профессора, доцента, старшего научного сотрудника, ассистента и младшего научного сотрудника.

В ученом звании профессора утверждаются доктора наук, избранные по конкурсу на должность заведующего кафедрой или профессора кафедры по истечении года успешной работы в этой должности, имеющие не менее 10 лет общего научно-педагогического стажа работы.

В ученом звании доцента утверждаются кандидаты наук, имеющие научные и учебно-методические работы, избранные по конкурсу на должность доцента, успешно проработавшие в этой должности не менее года и имеющие не менее пяти лет общего научно-педагогического стажа работы.

В ученом звании старшего научного сотрудника утверждаются доктора или кандидаты наук, имеющие печатные работы или изобретения, в том числе выполненные или опубликованные после защиты диссертации, избранные по конкурсу на должность старшего научного сотрудника, ученого секретаря, начальника отдела, заведующего лабораторией, сектором, успешно проработавшие в этой должности в данном учреждении не менее года и имеющие не менее 5 лет общего научно-педагогического стажа работы.

Высококвалифицированные специалисты с большим производственным стажем, привлеченные в высшие учебные заведения на педагогическую работу по специальности, могут быть представлены к утверждению в ученое звание профессора или доцента и без наличия ученой степени, после избрания их по конкурсу на штатную должность профессора или доцента по истечении одного учебного года их успешной педагогической работы, т.е. прочтения на высоком научном и методическом уровне семестрового курса лекций по своей специальности.

В ученых званиях профессора, доцента, старшего научного сотрудника утверждает ВАК по ходатайству соответствующего совета. Присвоение ученого звания ассистента и младшего научного сотрудника оформляется приказом руководителя вуза и НИУ на основании решения совета по представлению кафедры.

Документы о присуждении ученой степени или об утверждении в ученом звании представляются в Высшую аттестационную комиссию.

При поступлении аттестационного дела в Высшую аттестационную комиссию совет извещается о получении дела, а после рассмотрения его ВАК высылает в адрес совета сообщение о принятом решении.

При положительном решении докторам и кандидатам наук, профессорам, доцентам и старшим научным сотрудникам выдаются дипломы и аттестаты Высшей аттестационной комиссией.

ИСТОЧНИКИ И СИСТЕМЫ ПОИСКА НАУЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ

3.1. Источники научной информации

Источниками получения научной информации могут быть: научно-техническая литература, научное кино- и диафильмы, научные доклады на конференциях, симпозиумах, семинарах, совещаниях, беседы (консультации) со специалистами.

Получить исчерпывающую информацию по вопросам научно-исследовательской работы можно путем систематического ознакомления с самими первоисточниками, а также с библиографическими источниками информации [9].

Первоисточники

Основные источники информации - это книги, литература, составляющая фонд библиотеки. Наличный фонд отражается в библиотечных каталогах (см. п.3.2).

Оперативные источники информации - это журналы, бюллетени, где помещены статьи и другие материалы по вопросам научно-исследовательской работы.

Информационные издания - это сборники, где даются обобщенные результаты, новейшие сведения о проведенных исследованиях (реферативная информация, обзорная информация, экспресс-информация, сигнальная информация и др.).

Источники библиографической информации

С помощью различного рода библиографических материалов можно получать информацию о литературе шире наличного фонда библиотеки института. Оперативно следить за новой литературой можно с помощью библиографической информации, изданий текущей библиографии. Подбирать литературу по какой-либо теме за целый ряд лет помогают тематические библиографические указатели и списки (ретроспективная библиография).

Библиографическая информация. Представлена в виде печатных библиографических указателей, библиографических указателей на перфокартах и указателей классов изобретений.

- А) Печатные библиографические указатели: "Новости литературы и документации", "НОТ в учебном процессе" и др.
- Б) Библиографические указатели на перфокартах с двухрядной краевой перфорацией стандарта К-5.

Перфокартотеки являются эффективным средством малой механизации; информация в них отыскивается с помощью ручного способа (они не требуют сложного и дорогостоящего оборудования, а также специальных навыков для обращения с ними). Библиографические указатели на перфокартах с двухрядной краевой перфорацией являются продолжающимся изданием.

Библиографические перфокартные указатели несут в закодированном виде на каждой перфокарте одновременно данные алфавитного, хронологического и предметного каталогов и, кроме того, аннотации или реферат данной книги, журнала, статьи, отчета и т.п.

В) Указатели классов изобретений. Патентные фонды - это собрания описаний изобретений, по которым были выданы в различных странах патенты и авторские свидетельства. При подборе литературы по теме, обращение к патентному фонду может обогатить научную работу новыми идеями и свежими решениями разнообразных вопросов. В нашей стране принята так называемая международная классификация изобретений (МКИ). Описания к авторским свидетельствам и сами авторские свидетельства делятся по восьми разделам на классы, подклассы, группы и подгруппы. Разделы обозначаются заглавными буквами латинского алфавита от А до Н, классы обозначаются индексом раздела и двумя арабскими цифрами. Для обозначения под-

класса вводится буква. Группы обозначаются индексом, состоящим из двух чисел, разделенных косой чертой. Первое число обозначает группу, а второе - подгруппу.

Например, авторское свидетельство № 403955 (с. 67) имеет классификацию *Gold 5/22*.

G - раздел - физика; *G01* - класс - измерения, испытания; *Gold* - подкласс - индикация или регистрация; *5/00* - группа - устройства и способы для передачи выходного сигнала от датчика к индикаторному устройству; *5/22* - подгруппа - устройства дифференциального воздействия на две катушки индуктивности. Поиск авторских свидетельств рекомендуется производить в том случае, если тема реферата - конкретное устройство, деталь, прибор.

Т е к у щ а я б и б л и о г р а ф и я

А) Издания Всесоюзной Книжной палаты:

"К н и ж н а я л е т о п и с ь" издается в двух выпусках, взаимно дополняющих друг друга.

С помощью основного выпуска "Книжной летописи", издаваемого еженедельно, можно получить оперативную и полную информацию о книгах и брошюрах широкого распространения, вышедших на территории Советского Союза по различным отраслям знаний на русском языке.

В дополнительном выпуске "Книжной летописи", выходящем ежемесячно, выборно учитываются материалы, не предназначенные для широкого распространения: официальные, инструктивные, нормативные, программно-методические и справочно-информационные издания. Здесь регистрируются авторефераты диссертаций, а также издания, отпечатанные средствами оперативной полиграфии (при тираже их свыше 100 экз.).

Запросы на материалы, учтенные в дополнительном выпуске "Книжной летописи" в случае их отсутствия в фонде библиотеки, следует адресовать организациям-издателям.

В "Л е т о п и с и ж у р н а л ь н ы х с т а т е й" еженедельно учитываются статьи, опубликованные в журналах, "Трудах", "Докладах", "Ученых записках" высших учебных заведений страны.

"Л е т о п и с ь р е ц е н з и й" ежеквартально дает информацию об опубликованных рецензиях, критических статьях и заметках на различные виды изданий: книги (в том числе и учебные пособия), журналы, газеты, альбомы и др.

Б) Издания Института научной информации и фундаментальной библиотеки Академии наук СССР.

"Новая советская литература о науке и научно-исследовательской работе в СССР" и "Новая литература о науке и научно-исследовательской работе за рубежом" дают ежемесячную библиографическую информацию.

В) Всесоюзная государственная библиотека иностранной литературы (ВГБИЛ).

ВГБИЛ издает систематизированные ежеквартальные перечни советских и зарубежных изданий книг, статей, рецензий.

Т е м а т и ч е с к а я б и б л и о г р а ф и я. Для подбора литературы по определенной тематике удобно пользоваться готовыми тематическими библиографическими списками и указателями литературы, выполненными различными библиотеками. Тематическая библиография дает свод основной литературы по теме и выводит, как правило, ученых и специалистов за пределы наличных фондов библиотеки.

Имеется несколько библиографических источников информации о н е о п у б л и к о в а н н ы х библиографических списках и указателях, выполненных различными библиотеками Советского Союза.

Ускорить подбор необходимой литературы помогут двухнедельный "Информационный указатель библиографических списков и картотек, составленных библиотеками Советского Союза" и ежегодный "Сводный указатель библиографических списков и картотек, составленных библиотеками Советского Союза", издаваемые уже свыше 10 лет Государственной библиотекой СССР им. В.И.Ленина.

Здесь в числе прочих разделов дается полная информация как о неопубликованных, так и о вышедших из печати библиографических работах.

Так, например, с помощью только "Сводного указателя библиографических списков и картотек, составленных библиотеками Советского Союза в 1971 году", можно запросить из библиотек-составителей копии 30 библиографических списков по материалам за последние 5-10 лет.

3.2. Системы поиска научной информации

Умение быстро находить нужную литературу является одним из основных условий продуктивности и эффективности научного труда.

Отсутствие же знаний и навыков в библиографической работе ведет к непроизводительной потере времени на поиск литературы, более того, незнание основ библиографии может привести к пропуску важных материалов и отвлечению внимания на второстепенные. Знание библиографии предполагает, во-первых, знакомство с основными библиографическими источниками, с классификацией и разновидностями справочных и библиографических изданий и, во-вторых, приобретение навыков работы с ними.

Первым этапом ознакомления с литературными источниками по интересующему вопросу или проблеме является просмотр учебных курсов, энциклопедий, словарей и другой справочной литературы.

Вторым этапом работы является знакомство и просмотр учетно-регистрационных, библиографических изданий, издаваемых Всесоюзной книжной палатой.

Третьим этапом в работе с литературными источниками является просмотр библиографических указателей и других периодических библиографических изданий, аннотированных фундаментальными библиотеками.

Четвертый этап в составлении библиографии по исследуемому вопросу предполагает просмотр каталогов, являющихся библиографическими пособиями при раскрытии имеющегося в данной библиотеке книжного фонда. Специальные каталоги составляются по отдельным видам произведений печати: журналов, рецензий, стандартов и т.д.

В некоторых библиотеках имеются сводные каталоги, охватывающие книжные фонды ряда библиотек. Московская государственная библиотека им. В.И.Ленина, Ленинградская публичная библиотека им. М.Е.Салтыкова-Щедрина, Библиотека Академии наук СССР, Всесоюзная книжная палата имеют государственный сводный каталог русских книг за период 1708-1947 гг. Наличие сводных каталогов устраняет основной недостаток библиотечных каталогов, отражающих только литературу, имеющуюся в данной библиотеке. Чем крупнее библиотека, тем больше ее книжный фонд, тем лучше организован ее справочно-библиографический аппарат.

Читательские каталоги, носящие справочно-рекомендательный характер, представлены в виде алфавитного, предметного и систематического каталогов.

При подборе литературы по какому-либо вопросу рекомендуется сначала отыскать вопрос в алфавитном и предметном указателе, относящемся к вспомогательно-справочному аппарату. Он отражает ал-

фавитный перечень тем, вопросов, предметов, по которым в каталоге имеется литература, на его карточках обозначены названия предметов и индексы, показывающие их место в каталоге.

Особый интерес для студента, делающего первые шаги в науке, представляет предметный каталог, имеющийся в крупных и специальных библиотеках. Он составляется в соответствии с содержанием книг, но книги в нем представлены не в логическом, а в алфавитном порядке вопросов, о которых пишется в произведениях. Этим он напоминает энциклопедический словарь и служит дополнением к систематическому каталогу. При работе с предметным каталогом материал надо разыскивать не только под собственным названием, но и под разными родственными названиями.

В алфавитных каталогах публикации располагаются в порядке алфавита фамилий авторов или заглавий произведений, если автор книги не указан.

Систематические каталоги являются основными в советских библиотеках. Публикации в них располагаются по отраслям знаний на основе универсальной десятичной системы классификации книг (УДК). Все отрасли знаний делятся на десять основных классов, каждый из которых получает свой индекс, состоящий из одной цифры: 0 - общий отдел, 1 - философия, 2 - религия, 3 - социальные науки, 4 - филология, 5 - точные науки (техника, медицина), 7 - искусство, 8 - литература, 9 - история и география.

Каждый класс подразделяется на десять отделов (подклассов), обозначаемых присоединением к индексу класса второй цифры. Отделы (подклассы), в свою очередь, делятся на десять подотделов, индекс которых образуется в результате присоединений третьей цифры и т.д.

Внутри рубрик каталожные карточки располагаются с учетом следующих принципов: сначала указываются произведения классиков марксизма-ленинизма; далее - постановления партии и правительства; остальная литература - по годам изданий в обратном-хронологическом порядке; литература на другом языке.

Сведения о литературе по исследуемой проблеме также можно найти при знакомстве с уже найденными печатными работами, во-первых, в виде указаний литературы в сносках, во-вторых, в прикнижной или пристатейной библиографии (список литературы, указываемой в конце книги, статьи и т.п.), в-третьих, в обзорах и введениях к книгам, статьям и другим источникам.

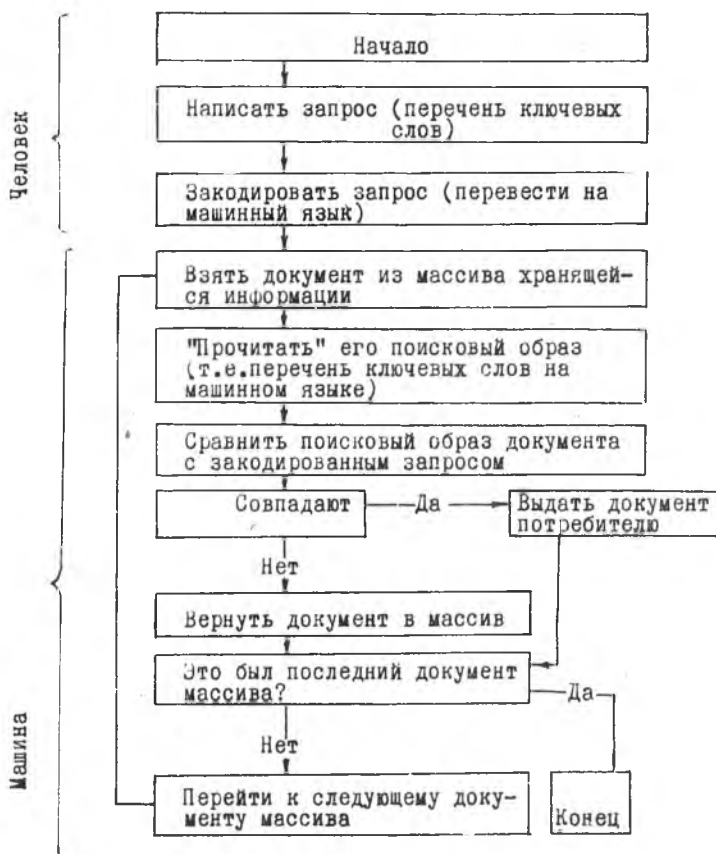
В настоящее время специалист даже при круглосуточном просмотре литературы может охватить только пять процентов всех журналов, книг, выходящих по его специальности. Исследователю же необходимо получать сведения по интересующей его отрасли. Поэтому создана семантическая теория информации, где ценность сообщений определяется не просто по числу бит (количественной мере информации) в передаче, а по увеличению полезных сведений в приемнике информации. Просмотрев, например, 200 научных источников, исследователь обнаружил, что 150 из них можно было бы и не просматривать, а вот 50 — действительно для него ценны. Через 150 лет источников будет в 1000 раз больше, но ценных в $\sqrt[3]{1000} = 10$, — только в 10 раз.

Если новое сообщение уже известно, то ценность его равна нулю, сколько бы бит оно в себе не несло. Общий объем полезных сведений в любом приемнике информации, в том числе и в человеческом мозгу, именуют тезаурусом. Кибернетика установила, что одна буква содержит в себе 5 битов, слово — 14 битов, таблица умножения — 1500 битов, а рабочий объем нашего мозга составляет примерно 10^{15} — 10^{20} битов, т.е. информационная емкость человеческого мозга велика и его возможности удивительны, но не безграничны.

Так возникла новая наука — информатика и ученые — информатики. Они создают высокопроизводительные информационные машины, которые будут, отбирая из "хранилища" выдавать исследователю в сконцентрированном виде только самую полезную и необходимую для него информацию. Колоссальный объем машинной памяти автоматизированных информационно-поисковых систем (ИПС) позволяет им накопить огромный массив информации, а высокое быстродействие (скорость поиска) — почти немедленно извлекать все нужное из этого массива.

Запросы в такую машину могут быть самыми разнообразными. Например, исследователю могут потребоваться сведения о фактической производительности труда сталепрокатных цехов заводов в годы Великой Отечественной войны. Значит, ИПС должна перебирать заложенные в ее памяти статьи, книги, газетные публикации, чтобы отобрать те из них, где речь идет именно о цехах, именно о сталепрокатных, именно о производительности труда в них, причем именно о фактической (а не плановой) и т.д., т.е. отобрать материалы, в каждом из которых обязательно содержатся все перечисленные разнородные признаки того, что именно этот материал соответствует запросу. Каждому признаку соответствует свое ключевое слово (цех, прокат, сталь).

Процесс поиска в ИПС нужных публикаций можно проиллюстрировать следующей упрощенной блок-схемой (рис. 2), которая, по-видимому, не вызовет затруднений при самостоятельном ее рассмотрении. Блок-схема представляет цепочку последовательных действий человека и операций машины.



Р и с . 2

СТРУКТУРА, СОДЕРЖАНИЕ
И ЭТАПЫ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

4. I. Выбор темы
и планирование исследования

При выполнении УИР следует выбирать темы, увязанные с научным направлением факультета, кафедры, лаборатории, конструкторского бюро. Необходимо учитывать наличие материальной базы, места проведения исследования, коллектив, личный научный интерес руководителя и его возможности.

При планировании научного исследования прежде всего необходимо ясно и четко определить цель исследования, сформулировать, в чем заключается сущность предлагаемой новой идеи, новизна и актуальность темы, ее теоретическая и практическая ценность.

Для самостоятельного исследования предпочтительнее брать узкую тему, которую можно разработать глубоко и всесторонне. Хорошо продуманный план, строгая последовательность выполнения заданий, ежедневный самоконтроль и проверка исполнения — залог продуктивности научной работы.

Академик И. П. Павлов писал: "Что бы я хотел пожелать молодежи моей родины, посвятившей себя науке? Прежде всего — последовательности. Об этом важнейшем условии плодотворной научной работы я никогда не смогу говорить без волнения. Последовательность, последовательность и последовательность. С самого начала своей работы причтите себя к строгой последовательности в накоплении знаний".*

* П а в л о в И. П. Письмо к молодежи. Полн. собр. соч. Т. I, с. 22.

Применительно к учебной научной работе целесообразно наметить следующие шесть последовательных этапов или стадий выполнения исследования:

1. Изучение литературы и составление реферата.
2. Теоретическое исследование.
3. Экспериментальное исследование.
4. Внедрение результатов научного исследования.
5. Оформление технического отчета.
6. Подготовка к защите работы и собственно защита.

Разделы работ на этих этапах неравноценны по своему объему и трудности. В ряде случаев они могут совмещаться и изменяться в процессе исследований.

Очень важно уяснить себе логическую очередность выполнения планируемых заданий, научиться находить в любой работе главное, решающее, на чем необходимо сосредоточить в данное время все внимание и усилия. Но концентрируя внимание и силы на выполнении основных ведущих разделов работы, надо не упускать из виду и так называемые второстепенные, менее важные работы. Научиться не только смотреть, но и видеть, замечать важные частности, не уклоняясь от намеченной главной линии исследования — это очень важное качество ученого.

Уже на ранней стадии исследования нужно приучить себя следовать заранее составленному плану. Необходимо определить для себя ту или иную систему, порядок и сроки работы. Если выявилась необходимость переделать план в частях или полностью, не надо отказываться от этого намерения, даже если придется отставить в сторону многие из выполненных заданий. Так будет лучше, чем работать по несовершенному плану и в конечном счете получить результаты сомнительного качества.

С учетом специфики творческого процесса план исследований должен предусматривать все, что можно заранее предвидеть, чтобы обеспечить высокое качество работы и не допустить задержки или срыва ее в чем-нибудь.

Научное исследование — очень трудоемкий и сложный творческий процесс, требует постоянного "высокого накала". В.И. Ленин подчеркивал, что "без человеческих эмоций" никогда не сывало, нет и быть не может человеческого искания истины".*

*Л е н и н В.И. Рецензия на кн. Рубакина Н.А. "Среди книг". [М., "Наука", 1913]. Полн.собор.соч. Изд. 5-е. Т.25, с. 112.

учное творчество сравнивают с подвигом, так как оно требует максимального напряжения всей творческой энергии человека.

Рациональное планирование имеет особое значение при организации и проведении коллективных научных работ, когда результаты одних исследований в той или иной мере способствуют решению других.

Одним из наиболее перспективных современных методов планирования научных исследований является метод сетевого планирования, позволяющий увязать противоречивые интересы исполнителей, скоординировать их усилия и направить на достижение общей цели и получение значительного экономического эффекта. Совершенствование методов планирования осуществляется за счет автоматизации с применением ЭВМ.

Преимущества метода сетевого планирования:

1) представляется весь объем работ по отдельным этапам до начала работ; 2) устанавливается строгая последовательность ведения работ с требованием четкого выполнения разделов; 3) наглядность плана работ; 4) удобство контроля и воздействия на проведение работ.

При планировании научно-исследовательской работы различают календарное планирование и планирование расходов денежных средств.

Календарное планирование – это планирование по срокам; разбивка работы на этапы и участки; нормирование и контроль работ по этапам. Планирование расходования средств ведется по сметам. В качестве примера приведены программа комбинированных работ и календарный план работ одной из хозяйственных тем, которую выполняло в 1975 году студенческое конструкторское бюро факультета № 5 (СКБ-5) с отраслевой лабораторией № I КуАИ (см. прил. I).

4.2. Реферат как первый этап научного исследования

После получения темы и составления плана исследования, после изучения методов научного творчества приступают к написанию реферата, являющегося первым этапом научного исследования по выбранной теме [9].

Реферат – это краткое изложение в письменном виде научной проблемы на заданную тему, освещающее ее состояние и задачи на

основе обзора литературных и других источников, близких по тематике.

Излагать реферат необходимо по определенному плану. Начиная с введения, материал разбивается на главы, разделы, параграфы и пункты. При цитировании изложенного нужно делать анализ. В конце глав и в конце работы пишутся выводы. Полученные обобщения должны содержать авторскую позицию по отношению к исследуемому материалу, что позволяет логически и математически сформулировать задачу исследования, выдвинуть рабочую гипотезу. Изложение материала в реферате должно быть беспристрастным, даже когда факты не в пользу автора. Желательно избегать повторов, писать по возможности краткими предложениями, не приводить необоснованных положений, выводов.

Так как реферат является формой отчета за второй этап учебно-исследовательской работы, он представляется руководителю в виде самостоятельного отчета или пояснительной записки. При оформлении реферата следует использовать бумагу формата 210x298, сброшюрованную вместе с рисунками. Обратная сторона листа не используется. Страницы должны быть пронумерованы, рисунки и графики должны быть выполнены на отдельных листах гладкой или миллиметровой бумаги. Текст пишется чернилами. Справа и слева оставляются поля. Весь вспомогательный материал целесообразно приводить в приложении.

При оформлении реферата соблюдается единство условных обозначений и сокращений, которые должны соответствовать стандартам. Общий объем реферата – 25–30 страниц. В конце реферата, как обязательный раздел, приводится список используемой литературы. Список литературы состоит из двух разделов: отечественной и иностранной литературы. Иностранные источники записываются на языке издания. В начале первого раздела указываются такие источники, как постановления съездов КПСС, решения ЦК КПСС, Совета Министров СССР и РСФСР, перечень используемых трудов К.Маркса, Ф.Энгельса, В.И.Ленина.

Внутри каждого из разделов все литературные источники: статьи, рукописи, книги и т.п. приводятся в алфавитном порядке и последовательно нумеруются. Этот номер при ссылке на источник в тексте реферата указывается в скобках. Не следует включать в список литературы работы по исследуемому вопросу, если нет конкретных ссылок (цитат, формул, законов, графиков и т.д.) на эти источники.

Не следует включать в список литературы учебники, энциклопедии, справочники, научно-популярные издания и газеты.

Форма записи литературы следующая:

фамилия и инициалы автора;

заглавие книги (статьи);

для книг: место издания, издательство, год издания, количество страниц;

для статей: место выпуска журнала, наименование журнала, год издания, номер журнала, номер страницы.

Пример оформления списка литературы смотри на с. 84-85.

4.3. Теоретическое исследование

Очень часто началом теоретического исследования служат научные и рабочие гипотезы. Под научной гипотезой понимается предположение для объяснения какого-либо явления, связи между наблюдаемыми явлениями и внутренней производящей их основой. Рабочая гипотеза имеет лишь вспомогательное или служебное значение для направления исследований [10].

Не всякое предположение можно назвать гипотезой. Гипотеза потому и включает термин "научная", что является научно обоснованным предположением, содержащим определенные аргументы, объясняющие эти явления. Особенность их такова, что исчерпывающе проверить их достоверность пока нельзя.

Энгельс говорит, что гипотеза является формой развития естествознания: "Наблюдение открывает какой-нибудь новый факт, делающий невозможным прежний способ объяснения фактов, относящихся к той же самой группе. С этого момента возникает потребность в новых способах объяснения, отражающаяся сперва только на ограниченное количество фактов и наблюдений. Дальнейший опытный материал приводит к очищению этих гипотез, устраняет одни из них, исправляет другие, пока, наконец, не будет установлен в чистом виде закон".^{*}

Таким образом, гипотеза, получившая доказательство, многократно проверенное методами теоретического исследования и практи-

^{*} М а р к с К., Э н г е л ь с Ф. Диалектика природы. Соч. Изд. 2-е. Т. 20, с. 555.

кой, становится научной теорией. На основе научных теорий устанавливается закон.

Методы теоретического исследования

Наиболее универсальный метод - абстрагирование, сущность которого состоит в мысленном отвлечении от несущественных свойств, связей, отношений предметов и в одновременном выделении, фиксации одной или нескольких интересующих исследователя сторон этих предметов. Процесс абстрагирования имеет двухступенчатый характер: на первой ступени производится отделение существенного от несущественного, вторая ступень состоит в реализации возможности абстрагирования, так как переходя от одного уровня к другому, получаем абстракции все возрастающей степени общности.

А н а л и з и с и н т е з в исследовательской деятельности теснейшим образом взаимосвязаны. Анализ - это метод исследования, содержанием которого является совокупность приемов и закономерностей расчленения предмета исследования на составляющие его части. Синтез - метод исследования, основанный на соединении отдельных исследуемых частей объекта в единое целое. Анализ и синтез не только обуславливают, но сопровождают друг друга, они тесно взаимосвязаны со многими другими методами исследования.

И н д у к ц и я и д е д у к ц и я - это парные взаимосвязанные методы исследования. Дедуктивным называют исследование от общего к частному, когда вывод об элементе множества делается на основании знания свойств всего множества. Под индукцией обычно понимают исследование от частного к общему, когда на основании знания о части предметов класса делается вывод о классе в целом, Индукция и дедукция теснейшим образом взаимосвязаны и дополняют друг друга.

М о д е л и р о в а н и е - сложный метод исследования, включающий в свой состав множество самых разнообразных приемов. Под моделями понимаются такие материальные системы, которые замещают объект исследования и служат источниками информации о нем. "Модельное" исследование имеет следующую структуру: создание или выбор модели, ее исследование перенос исследований с модели на оригинал. В сочетании с непосредственным исследованием оригинала метод моделирования может быть весьма плодотворным.

Очень часто теоретические исследования требуют математического осмысливания процессов и результатов. Выразить задачу на языке математики – это значит преобразовать ее в форму алгебраических, дифференциальных или других уравнений. Качество математических расчетов зависит от надежности полученных новых отправных данных. Поэтому с особой тщательностью необходимо подходить к составлению исходных уравнений, установлению граничных условий и допущений при решении поставленной задачи.

М е т о д и к а с о с т а в л е н и я у р а в н е н и й.

1. Хорошо разобравшись в задаче, прежде всего приведите ее к нахождению некоторых неизвестных.

Очевидно, что первая обязанность состоит в том, чтобы понять задачу, ее смысл, ее назначение. Разобравшись в задаче в целом, следует перенести внимание на главнейшие ее составные части:

какого рода данные требуется найти, или каковы неизвестные; что дано, известно, или каковы данные;

как, с помощью каких соотношений, неизвестные и данные связаны друг с другом.

2. Исследуйте задачу наиболее естественным путем, допуская, что она решена, и постарайтесь в соответствующем порядке наглядно представить все соотношения, которые, согласно условию, должны иметь место между неизвестными и данными.

3. Выделите часть условия, позволяющую выразить одно и то же двумя различными способами, чтобы получить, таким образом, уравнение, связывающее неизвестные. В конечном счете потребуется расчленить условие на столько частей (и, таким образом, прийти к системе из стольких уравнений), сколько имеется неизвестных.

Цель поставлена достаточно ясно: нужно получить систему из n уравнений с n неизвестными, вычислив эти неизвестные, должны получить решение поставленной задачи. Поэтому система уравнений должна быть эквивалентной заданному условию. Если система в целом выражает полностью все условие, то каждое из уравнений системы должно выражать некоторую часть условия. Поэтому, чтобы составить n уравнений, мы должны расчленить условие на n частей.

4. Приведите систему уравнений, если это возможно, к одному единственному уравнению.

При составлении уравнений объект обычно рассматривают как материальную точку. Такое упрощение в некоторых случаях вполне

целесообразно, в других же нет. Однако несомненно, что при сведении задачи о реальных объектах к математической задаче нельзя обойтись без известного упрощения (допущений) и абстракций.

Студенты, решая свои задачи, должны уделять серьезное внимание вопросу о том, насколько далеко должны заходить абстракция и упрощение, какими деталями можно пренебречь и на какие малозначительные эффекты можно не обращать внимания. При этом нужно остерегаться двух противоположностей: нельзя допускать, чтобы задача с математической точки зрения оказалась слишком громоздкой, но в то же время нельзя чересчур упрощать физическую сторону дела.

Найти решение задачи — это значит установить связь между данными и неизвестными. Если же решить поставленную задачу трудно, то нужно попытаться найти близкую ей более легкую задачу, изменить данные и подойти к частному случаю задачи, который выглядит более доступным, чем общий. В дальнейшем, изменив найденное решение, можно охватить более широкий частный случай. Объединяя частные случаи, получаем решение задачи в общем виде, не прибегая к вычислениям.

Затем нужно выполнить ориентировочный расчет, используя округления. Если необходимые выводы можно получить просто и быстро, то нет нужды применять сложные и трудоемкие методы анализов и математических расчетов. Сложные методы применяют часто после экспериментального исследования, когда требуется уточнить расчеты и до тех пределов точности, которые необходимы для их практического применения.

Большинство практических задач используют численные методы расчета. При этом весь вычислительный процесс должен быть определен решающим алгоритмом или системой формальных правил, однозначно задающих порядок и процедуру решения задачи. Однако использование подобных методов для решения задач вручную требует выполнения чрезвычайно большого числа дискретных операций и, следовательно, больших затрат времени и труда.

Существенную помощь в этом случае оказывает применение электронных вычислительных машин. Современные ЭВМ классифицируются на универсальные и специализированные. Универсальные ЭВМ, способные решать широкий круг научно-технических и других задач, делятся на малые, средние машины и машинные комплексы. Машины специализированные представляют собой частный случай использования унифицированных ЭВМ, работающих по одной схеме встроенной программе.

Выбор ЭВМ определяется содержанием и характером задачи, а весь процесс вычислений согласовывается с возможностями машины.

Решение задачи на ЭВМ подразделяется на ряд характерных этапов:

1. Математическая формулировка задачи. На этом этапе устанавливается в окончательном виде математическое описание задачи, необходимые условия, допущения, пределы изменения переменных и т.д.

2. Выбор численного метода. На этом этапе оцениваются возможные численные методы решения и выбирается тот из них, который наилучшим образом обеспечивает выполнение требований поставленной задачи.

3. Разработка решающего алгоритма. В процессе выполнения этого этапа устанавливается необходимая последовательность арифметических и логических действий, с помощью которых может быть реализован выбранный численный метод. Разработка решающего алгоритма является важным моментом в подготовке структуры (плана) будущей программы.

Практически может быть составлено несколько алгоритмов решения одной и той же задачи. При этом подбирается такой вариант, который обеспечивает наиболее эффективное использование машины. Следует отметить, что алгоритм всегда разрабатывается в обобщенном виде, т.е. с употреблением такого языка, который наглядно отображает структуру алгоритма в целом, независимо от конкретного типа используемой для решения машины.

4. Составление структурной блок-схемы программы. На основе разработанного алгоритма и для удобства программирования составляется структурная блок-схема программы, которая является наглядно-графическим изображением логического построения процесса решения задачи, определяет план и порядок работы машины.

5. Программирование. После построения блок-схемы ее необходимо перевести на язык выбранной вычислительной машины. Для этого вначале планируют размещение в ячейках памяти всех исходных величин и констант. Затем, используя кодовую характеристику операций, составляют логическую последовательность команд, которые описывают каждый шаг машины. Такая совокупность команд и называется программой.

Перед решением задачи разработанную программу необходимо опробовать на машине с тем, чтобы выявить возможные ошибки. Предварительно решается упрощенный вариант задачи, называемый кон-

трольным или отладочным, а затем уже производится отладка.

Наиболее простым методом отладки является контроль за выполнением всех команд программы в однократном режиме и сопоставление результатов с данными контрольного варианта. Широко используется метод отладки программ в режиме контрольных остановов. Наибольший эффект дает автоматизация процесса отладки с помощью так называемых отладочных программ.

6. Решение задачи. При решении задачи на машине необходимо принять меры, гарантирующие правильность выполнения вычислений. Машина в процессе счета, если даже программа составлена без ошибок, может допускать в результате неисправностей отдельных узлов как систематические ошибки, так и случайные вследствие воздействия внешних мешающих факторов.

Систематические ошибки обнаруживаются и устраняются в процессе проверки исправности машины с помощью специальных тестовых программ.

Случайные ошибки могут быть исключены различными программными методами. Чаще всего используется метод двойного и тройного счета. В этом случае задача на машине решается два или три раза и производится автоматическое сличение результатов. Гарантией правильности вычислений будет совпадение любых двух решений.

4.4. Экспериментальное исследование

Экспериментальное исследование означает научно поставленный опыт, в процессе которого идет накопление фактов, информации об исследуемых явлениях. К экспериментальному исследованию обращаются, если необходимо обнаружить у объекта неизвестные ранее свойства или когда хотят проверить правильность тех или иных теоретических положений. Развитие современной науки немыслимо без эксперимента [I0], [II].

Достоинством эксперимента является то, что он позволяет исследовать свойства объекта в экстремальных условиях: при сверхнизких и сверхвысоких температурах, при высочайших давлениях, при огромных напряжениях электрических и магнитных полей и т.д. Важнейшим достоинством эксперимента является его повторимость. Необходимые наблюдения, сравнения и измерения могут быть проведены столько раз, сколько нужно для получения достоверных данных.

Различают эксперимент физический и модельный, производственный и лабораторный в зависимости от того, проводится ли он с объектом или с моделью, на производстве или на специальных стендах, лабораторных установках.

Экспериментальные работы дают наиболее ценные результаты в естествознании и особенно в технических науках.

Организуя экспериментальное исследование, необходимо его правильно спланировать, руководствуясь определенной научной гипотезой или теоретическими исследованиями, разработать методику исследования. Должно быть выполнено нормирование работы, должен быть разработан календарный график работ.

Проведение эксперимента предполагает использование наблюдений, сравнений и измерений, причем выполнение обычно большого количества измерений вызывает к ним особый интерес.

Измерение и контроль имеет много общего, но в то же время существенно отличаются. Задачей измерения является получение количественной характеристики измеряемой величины, задача же контроля – получение качественной характеристики контролируемого объекта. Результат контроля выражается некоторым суждением (годен, брак, находится в норме, первый сорт и т.д.), результат измерения выражается числом.

В задании на измерение необходимо доказать не только какая величина, но и какое ее значение должно быть измерено.

После того как решен вопрос об измеряемой величине и ее значениях, необходимо оценить возможный диапазон изменения измеряемой величины. Диапазон широк или, наоборот, сравнительно узок, соответственно будут изменяться и требования к измерительной аппаратуре.

Следующий важный вопрос, входящий в постановку задачи, – это задание необходимой точности измерений. Точность измерений количественно определяется погрешностью. Приведенная погрешность, в свою очередь, определяет класс прибора. Следует всегда стремиться к тому, чтобы цель исследования достигалась при минимальной точности измерений и соответственно приборами с максимальной погрешностью. Чем больше допустимая погрешность, тем меньше время измерений.

Результаты измерения могут выражаться числом, системой или графиком. В зависимости от характера и цели измерений выбирается

тот или иной тип индикатора и способ фиксации результатов измерений. В тех случаях, когда по условиям измерений необходимо следить за изменением измеряемой величины, предпочтение следует отдать стрелочным индикаторам. В случае же, когда необходимо наблюдение за численным значением и запись более удобны цифровые индикаторы. В выборе способа индикации не последнюю роль играют экономические факторы, поскольку в настоящее время приборы с цифровой индикацией значительно дороже приборов со стрелочными индикаторами. Выбор устройств для обработки результатов определяется в основном требуемой быстротой получения результатов и условиями проведения эксперимента.

Размещают всю измерительную аппаратуру так, чтобы удобно было проводить измерения и затрачивалось меньше времени. Необходимо также учитывать влияние приборов друг на друга и размещать их так, чтобы оно не сказывалось на результатах измерений.

Журнал измерений оформляют заранее в соответствии с методикой и планом опытов так, чтобы была ясна последовательность действий. Первую страницу можно отвести выбору цели исследования и параметрам оптимизации с указанием их размерности, на второй странице журнала перечислить все факторы и поместить таблицу уровней факторов и интервалов варьирования, обязательно указать единицы измерения факторов. Желательно оставить в журнале место для необходимых расчетов, и хорошо, если отведены страницы для описания экспериментальной установки, принципа ее действия.

4.5. Обработка экспериментальных данных

Виды погрешностей

Точность измерений оценивается величиной абсолютной или относительной погрешности. Абсолютной погрешностью (ошибкой) измерений некоторой величины называется разность между точным и приближенным значением этой величины:

$$\Delta X = A - X, \quad (4.1)$$

где ΔX - абсолютная ошибка приближенного результата A ,
точное значение которого равно X .

Относительной же погрешностью приближенного значения некоторой величины называется отношение его абсолютной ошибки ΔX к точному значению данной величины X :

$$\delta_x = \frac{\Delta X}{X}. \quad (4.2)$$

Относительную погрешность часто выражают в процентах:

$$\delta_x = \frac{\Delta X}{X} \cdot 100\%. \quad (4.3)$$

Для измерительных приборов вводят также относительную предельную погрешность, равную отношению абсолютной погрешности прибора к предельному показанию прибора A_{max} :

$$\delta_{x_{пред}} = \frac{\Delta X}{A_{max}}.$$

Предельная относительная погрешность определяет класс точности электрических измерительных приборов.

Погрешности измерений можно разделить, с одной стороны, на статические и динамические. Статические погрешности возникают при измерениях в установившемся (статическом) режиме, динамические — при измерениях в переходном режиме или при измерениях непрерывно меняющихся величин. С другой стороны, погрешности измерений можно разделить на систематические и случайные. К систематическим погрешностям относятся погрешности, имеющие закономерный характер и неизменяющиеся при неоднократном повторении одних и тех же измерений [12].

Появление случайных погрешностей обусловлено совокупным действием различных многочисленных переменных причин, между которыми отсутствуют взаимные связи. При многократных повторениях одного и того же измерения в одинаковых, казалось бы, условиях, случайные погрешности будут различными.

При обработке измерений необходимо учитывать промахи, которые являются особенно большими погрешностями, выделяются из общего уровня случайных погрешностей и возникают обычно вследствие отдельных оплошностей исследователя.

Нормальный закон распределения случайных погрешностей

Из-за влияния весьма многочисленных и принципиально неустраняемых факторов, обуславливающих случайные погрешности, результат каждого отдельного измерения A_i будет отличаться от истинного значения X измеряемой величины.

Разность $A_i - X = \Delta X_i$ называется случайной погрешностью отдельного измерения (или ряда измерений).

Истинное значение X нам всегда неизвестно. Однако, производя большое число измерений исследуемой величины X , можно на основании теории вероятностей обнаружить следующие статистические закономерности:

- 1) средние результаты достаточно большого числа измерений исследуемой величины X остаются практически постоянными;
- 2) вероятность появления как положительных, так и отрицательных отклонений от полученного среднего результата примерно одинакова (взаимная компенсация возможна);
- 3) вероятность появления больших отклонений от полученного результата значительно меньше вероятности появления малых отклонений.

Эти закономерности справедливы только при многократном повторении, после обработки результатов получается не абсолютный достоверный, а только наиболее вероятный результат, и этим результатом будет являться среднее арифметическое (математическое ожидание) ряда измерений \bar{A} .

Закон распределения случайных погрешностей (закон Гаусса). Этот закон носит название нормального распределения случайных погрешностей и справедлив для большинства случаев практики.

Аналитическое выражение закона -

$$y = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(A_i - X)^2}{2\sigma^2}} = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{\Delta X_i}{\sigma}\right)^2}, \quad (4.4)$$

- где A_i - результат отдельного измерения;
 X - истинное значение измеряемой величины;
 y - плотность вероятности появления случайной ошибки ΔX_i ;
 σ - параметр, характеризующий степень случайного раз-

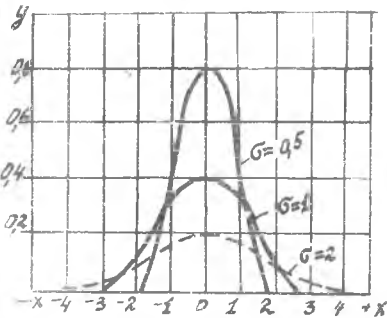
ороса результатов отдельных измерений около истинного значения X . σ называют также средним квадратичным отклонением и определяют следующим образом:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (A_i - X)^2}{n}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta X_i)^2}{n}}, \quad (4.5)$$

где A_i - численные результаты отдельных измерений;
 n - число измерений.

В теории вероятностей величину σ^2 называют дисперсией случайной величины, т.е. мерой рассеяния. Дисперсия характеризует точность результата.

Если формулу (4.4) изобразить графически, откладывая по оси ординат плотность вероятности y , то получится симметричная относительно оси ординат колоколообразная кривая асимптотически приближающаяся к оси абсцисс (в обоих направлениях), рис.3.



Р и с. 3

Максимум кривой получается в точке $\Delta X = 0$, а величина этого максимума

$$y_{max} = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}}$$

Получающиеся кривые будут тем более узкими, чем меньше σ .

При помощи графика плотности вероятности можно определить вероятность того, что погрешность ΔX результата измерений будет лежать между выбранными пределами ΔX_1 и ΔX_2 , а именно:

$$P(\Delta X_1 \leq \Delta X \leq \Delta X_2) = \int_{\Delta X_1}^{\Delta X_2} y d(\Delta X) = \int_{\Delta X_1}^{\Delta X_2} \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{\Delta X}{\sigma}\right)^2} d(\Delta X). \quad (4.6)$$

Интеграл выражения изображается заштрихованной площадью (рис.4). Левая часть уравнения - вероятность того, что случайная ошибка ΔX лежит в пределах конечного интервала ΔX_1 и ΔX_2 .

Полная площадь, ограниченная кривой нормального распределения и осью абсцисс, должна быть равна 1. Это следует из того, что вероятность получения погрешности, лежащей в интервале $-\infty$ и

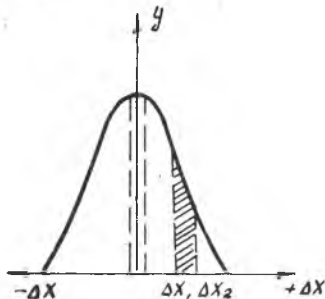
$+\infty$, равна 1:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} y d(\Delta x) = 1. \quad (4.7)$$

Можно показать, что

$$P = (-\sigma \leq \Delta x \leq +\sigma) = \int_{-\sigma}^{+\sigma} y d(\Delta x) = 0,683, \quad (4.8)$$

т.е. с вероятностью, равной 0,683, можно утверждать, что случайные погрешности отдельных измерений не выходят за пределы $\pm \sigma$ (иначе говоря, 2/3 результатов измерений дают погрешности, не превышающие $\pm \sigma$). Это так называемый закон сигмы.



Р и с. 4

Точно так же можно показать, что

$$P(-3\sigma \leq \Delta x \leq +3\sigma) = \int_{-3\sigma}^{+3\sigma} y d(\Delta x) = 0,997, \quad (4.9)$$

т.е. вероятностью, равной 0,997, можно считать, что любая случайная погрешность находится в пределах $\pm 3\sigma$ (иными словами, только 3 измерения из 1000 могут дать погрешность, превышающую $\pm 3\sigma$). Этот закон трех сигм.

При экспериментальной проверке закона нормального распределения оперируют отклонениями от среднего арифметического \bar{A} , равными $E_i = A_i - \bar{A}$, а не случайными погрешностями $\Delta x_i = A_i - X$, так как последние нам не известны.

При этом отклонения от среднего арифметического, полученные в результате большого числа измерений $n \gg 10$, разбивают на группы, отличающиеся друг от друга на небольшую величину, и откладывают значения этих отклонений от среднего арифметического по оси абсцисс вправо и влево от нуля. По оси же ординат откладывают числа отклонений каждой группы.

Если полученная таким образом кривая будет сильно отличаться от кривой нормального распределения случайных погрешностей, то есть основание считать, что имеют место систематические погрешности или промахи.

Оценка случайных погрешностей результатов
прямых измерений

Произведем " n " измерений, допуская, что систематические погрешности отсутствуют.

Среднеарифметическое значение измеряемой величины

$$\bar{A} = \frac{\sum A_i}{n} \quad (4.10)$$

Отклонения ε_i результатов отдельных измерений A_i от среднего арифметического \bar{A} записывается в виде

$$A_i - \bar{A} = \varepsilon_i \quad (4.11)$$

Среднее арифметическое A должно удовлетворять следующим условиям:

1) алгебраическая сумма случайных отклонений отдельных измерений от среднего арифметического равна нулю:

$$\sum (A_i - \bar{A}) = \sum \varepsilon_i = 0; \quad (4.12)$$

2) сумма квадратов отклонений от среднего арифметического имеет наименьшее значение:

$$\sum (A_i - \bar{A})^2 = \sum \varepsilon_i^2 = \min. \quad (4.13)$$

Первое условие называется среднеарифметическим методом, последнее - методом наименьших квадратов.

Принимая за вероятное значение измеряемой и неизвестной величины X среднеарифметическое значение \bar{A} , можно показать, что среднеквадратичная погрешность σ принимает вид

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum \Delta X_i^2}{n}} = \pm \sqrt{\frac{\sum \varepsilon_i^2}{n-1}} = \pm \sqrt{\frac{\sum (A_i - \bar{A})^2}{n-1}} \quad (4.14)$$

При этом $n \geq 10$.

Из кривых $y=f(\Delta X)$ (рис. 3) видно, что чем меньше σ , тем уже и круче кривая плотности вероятности и тем больше преобладают малые случайные погрешности; при больших значениях σ большие случайные погрешности встречаются значительно чаще.

Отсюда следует, что величина σ однозначно характеризует точность измерений и ей обычно оценивают погрешность.

Под средней арифметической погрешностью ν понимают среднее арифметическое из абсолютных величин всех случайных ошибок данного ряда из n измерений:

$$\nu = \pm \frac{\sum_{i=1}^n |\Delta x_i|}{n} = \pm \frac{\sum_{i=1}^n |\varepsilon_i|}{\sqrt{n(n-1)}} \quad (4.15)$$

$$\nu \approx \pm 0,8\sigma \quad (4.16)$$

Максимальная погрешность M определяется законом трех сигм

$$M = \pm 3\sigma \quad (4.17)$$

На практике число измерений не превышает нескольких десятков, и появление погрешности, равной $\pm 3\sigma$, маловероятно.

Рассмотренные абсолютные погрешности могут быть представлены в относительных единицах и выражаться в процентах.

П р и м е р вычисления случайных погрешностей прямых измерений.

Допустим, что выполнено 12 измерений A_i исследуемой емкости электрического конденсатора, результаты которых приведены в табл. I [13].

Т а б л и ц а I

| № измерения | A_i | $A_i - A_0$ | $A_i - \bar{A}$ | $(A_i - \bar{A})^2$ |
|-------------|-------|-------------|-----------------|---------------------|
| 1 | 183,6 | +0,6 | +0,5 | 0,25 |
| 2 | 182,8 | -0,2 | -0,3 | 0,09 |
| 3 | 183,0 | 0 | -0,1 | 0,01 |
| 4 | 183,6 | +0,6 | +0,5 | 0,25 |
| 5 | 182,6 | -0,4 | -0,5 | 0,25 |
| 6 | 184,0 | +0,1 | +0,9 | 0,81 |
| 7 | 182,7 | -0,3 | -0,4 | 0,16 |
| 8 | 183,8 | +0,8 | +0,7 | 0,49 |
| 9 | 182,7 | -0,3 | -0,4 | 0,16 |
| 10 | 182,5 | -0,5 | -0,6 | 0,36 |
| 11 | 183,1 | +0,1 | 0 | 0 |
| 12 | 182,9 | -0,1 | -0,2 | 0,04 |

| № измерения | A_i | $A_i - A_0$ | $A_i - \bar{A}$ | $(A_i - \bar{A})^2$ |
|---|-------|--|---|---|
| Принимаем $A_0 = 183,0$ | | | | |
| $\bar{A} = A_0 + \frac{\sum_{i=1}^n (A_i - A_0)}{n} =$ $= 183,0 + \frac{1,3}{12} \approx 183,1$ | | $\sum_{i=1}^{12} (A_i - A_0) =$ $= +1,3$ | $\sum_{i=1}^{12} (A_i - \bar{A}) =$ $= +2,6 - 2,5 =$ $= +0,1$ | $\sum_{i=1}^{12} (A_i - \bar{A})^2 =$ $2,84$ $\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{12} (A_i - \bar{A})^2}{n-1}} =$ $= \pm \sqrt{\frac{2,84}{11}} \approx \pm 0,5$ $M = \pm 3\sigma = \pm 1,5$ |

Вычисление среднего арифметического значения \bar{A} по формуле (4.10) может привести к некоторой погрешности. Точность вычислений можно повысить, если воспользоваться выражением

$$\bar{A} = A_0 + \frac{\sum_{i=1}^n (A_i - A_0)}{n}, \quad (4.18)$$

где A_0 - любое выбираемое значение, близкое к ожидаемому значению среднего арифметического \bar{A} .
 $(A_i - A_0)$ - разности между каждым измеряемым значением A_i и выбранным значением A_0 .

Проверка правильности результата производится согласно выражениям (4.11) и (4.12), причем, условие (4.12) выполняется, если среднее арифметическое определено правильно.

В данном примере $\sum_{i=1}^{12} (A_i - \bar{A}) \neq 0$

Это показывает, что среднее арифметическое значение определено с недостаточной точностью, т.е. следовало бы вычислить \bar{A} с точностью до второго знака после запятой.

В конечном итоге вычисляются средняя квадратичная и максимальная погрешности по формулам (4.14) и (4.17).

Определение случайных погрешностей при косвенных измерениях

При косвенных измерениях определяется не интересующая нас величина, как это имеет место при прямых измерениях, а вспомогательные величины. функцией которых является исследуемая величина.

Допустим, что искомая величина Y связана с непосредственно измеряемыми независимыми величинами X, Z, \dots, T соотношением

$$Y = f(X, Z, \dots, T). \quad (4.19)$$

Погрешность, с которой определяется интересующая нас величина Y , зависит как от погрешностей, с которыми измеряются величины X, Z, \dots, T , так и от вида функциональной зависимости между Y и X, Z, \dots, T .

При измерении величин X, Z, \dots, T получаются, соответственно, случайные погрешности $\Delta X, \Delta Z, \dots, \Delta T$.

Суммарная случайная погрешность ΔY величины Y оценивается соотношением

$$\Delta Y = \pm \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial X}\right)^2 (\Delta X)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial Z}\right)^2 (\Delta Z)^2 + \dots + \left(\frac{\partial f}{\partial T}\right)^2 (\Delta T)^2}, \quad (4.20)$$

где $\frac{\partial f}{\partial X}, \frac{\partial f}{\partial Z}, \dots, \frac{\partial f}{\partial T}$ - частные производные функции f ;

$\frac{\partial f}{\partial X} \Delta X, \frac{\partial f}{\partial Z} \Delta Z, \dots, \frac{\partial f}{\partial T} \Delta T$ - частные погрешности косвенного измерения величины Y , вызванные случайными погрешностями $\Delta X, \Delta Z, \dots, \Delta T$.

Если $\Delta X = \sigma_X, \Delta Z = \sigma_Z, \dots, \Delta T = \sigma_T$, т.е. представляют собой средние квадратичные погрешности определения X, Z, \dots, T , то ΔY будет представлять собой среднюю квадратичную погрешность σ_Y определения Y :

$$\sigma_Y = \pm \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial X}\right)^2 \sigma_X^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial Z}\right)^2 \sigma_Z^2 + \dots + \left(\frac{\partial f}{\partial T}\right)^2 \sigma_T^2}. \quad (4.21)$$

Аналогично можно выразить максимальную погрешность.

Относительная средняя квадратичная погрешность с учетом выражений (4.19) и (4.21) может быть представлена в виде

$$\sigma_{Y_0} = \frac{\sigma_Y}{Y}. \quad (4.22)$$

Систематические погрешности

В отличие от случайных влияние систематических погрешностей на результаты измерений может быть исключено с помощью поправок,

найденных из наблюдения. В этом — основное различие между случайными и систематическими погрешностями.

Наиболее типичные систематические погрешности:

инструментальные обусловленные конструктивными недостатками аппаратуры, неисправностью, неправильной градуировкой;

методические или принципиально-теоретические, вызываемые неправильным выбором метода измерений или способа включения приборов;

вызываемые изменением внешних условий, погрешности установки, а также личные погрешности, являющиеся результатом индивидуальных особенностей исследователя.

Систематические погрешности при прямых измерениях определяют, как показано в (4.1) и (4.3).

Систематические погрешности при косвенных измерениях определяются следующим образом.

Если при измерении величин X, Z, \dots, T получаются соответственно систематические погрешности $\Delta X_s, \Delta Z_s, \dots, \Delta T_s$, то при определении величины $Y = f(X, Z, \dots, T)$ будет иметь место систематическая погрешность, определяемая соотношением

$$\Delta Y_s = \frac{\partial f}{\partial X} \Delta X_s + \frac{\partial f}{\partial Z} \Delta Z_s + \dots + \frac{\partial f}{\partial T} \Delta T_s, \quad (4.23)$$

где $\frac{\partial f}{\partial X} \Delta X_s, \frac{\partial f}{\partial Z} \Delta Z_s, \dots, \frac{\partial f}{\partial T} \Delta T_s$ — частные систематические погрешности величины Y , вызванные систематическими погрешностями $\Delta X_s, \Delta Z_s, \Delta T_s$

Результирующая предельная систематическая погрешность вычисляется для наиболее неблагоприятного случая, когда все частные систематические погрешности имеют одинаковый знак.

Пример вычисления систематических погрешностей.

Электромагнитный преобразователь перемещений имеет характеристику в виде зависимости выходного напряжения катушки $U_{\text{вых}}$ от координаты X подвижного сердечника [14]:

$$U_{\text{вых}} = \frac{2U_x}{\sqrt{\kappa_0^2 (1-X^2)^2 + 4}}, \quad (4.24)$$

где $\kappa_0 = \frac{R}{\omega L}$.

При изменении температуры окружающей среды $\Delta \theta$, напряжения ΔU и частоты $\Delta \omega$ питания имеют результирующую абсолютную систематическую погрешность:

$$\Delta U_{\text{вых}} = \frac{\partial U_{\text{вых}}}{\partial \theta} \Delta \theta + \frac{\partial U_{\text{вых}}}{\partial U} \Delta U + \frac{\partial U_{\text{вых}}}{\partial \omega} \Delta \omega. \quad (4.25)$$

Температура воздействует в преобразователе, в первую очередь, на активное сопротивление R обмотки:

$$R = R_0(1 + \alpha_R \Delta \theta), \quad (4.26)$$

где R_0 - начальное значение сопротивления;

α_R - температурный коэффициент.

Относительная температурная частная погрешность запишется в виде

$$S_\theta = \frac{1}{U_{\text{вых}}} \frac{\partial U_{\text{вых}}}{\partial R} \frac{\partial R}{\partial \theta} \Delta \theta. \quad (4.27)$$

Из выражений (4.24), (4.26) и (4.27) находим:

$$\frac{\partial U_{\text{вых}}}{\partial R} = -4U_X \frac{2K_B^2(1-X^2)^2}{R[K_B^2(1-X^2)^2 + 4]^2}, \quad (4.28)$$

$$\frac{\partial R}{\partial \Delta \theta} = R\alpha_R; \quad (4.29)$$

$$S_\theta = -\alpha_R K, \quad (4.30)$$

где
$$K = \frac{2K_B^2(1-X^2)^2}{K_B^2(1-X^2)^2 + 4}$$

Относительные частные погрешности от изменения напряжения и частоты питающей сети -

$$S_U = \frac{1}{U_{\text{вых}}} \frac{\partial U_{\text{вых}}}{\partial U} \Delta U = \frac{\Delta U}{U}; \quad (4.31)$$

$$S_\omega = \frac{1}{U_{\text{вых}}} \frac{\partial U_{\text{вых}}}{\partial \omega} \Delta \omega = K \frac{\Delta \omega}{\omega}. \quad (4.32)$$

Таким образом, зная погрешности $\Delta \theta$, ΔU и $\Delta \omega$ и учитывая выражения (4.25), (4.30), (4.31) и (4.32), вычисляют результирующую систематическую относительную погрешность:

$$S_{U_{\text{вых}}} = \frac{\Delta U_{\text{вых}}}{U_{\text{вых}}} = S_\theta + S_U + S_\omega. \quad (4.33)$$

Правила суммирования погрешностей

1. Общая случайная погрешность определяется геометрической суммой частных случайных погрешностей:

$$\sigma_{\text{общ}} = \pm \sqrt{\sum_1^m G_i^2} \quad (4.34)$$

$$M_{\text{общ}} = \pm \sqrt{\sum_1^m M_i^2} \quad (4.35)$$

где m - число источников случайных погрешностей.

Вследствие этого общая случайная погрешность зависит практически только от наиболее крупных составляющих погрешностей.

2. Общая систематическая погрешность определяется путем алгебраического сложения частных погрешностей:

$$S_{\text{общ}} = \sum_1^k S_i \quad (4.36)$$

3. Общая максимальная погрешность определяется суммой общей случайной и общей систематической погрешностей, причем, случайная погрешность берется с тем знаком, который имеет систематическая погрешность:

$$f = S_{\text{общ}} + M_{\text{общ}} = \sum_1^k S_i + \sqrt{\sum_1^m M_i^2} \quad (4.37)$$

Методы аппроксимации экспериментальных данных в форме математических уравнений

Методы аппроксимации осуществляются путем подбора по возможности простых аналитических функций с достаточной степенью точности отображающих экспериментально полученные зависимости.

1. **Л и н е й н а я** а п п р о к с и м а ц и я заключается в разбиении сложной криволинейной зависимости на ряд участков с последующей заменой этих участков отрезками прямой линии.

Если число участков очень велико, то аппроксимирующая ломаная с достаточно хорошим приближением отображает экспериментальную кривую.

На практике число участков выбирается небольшим (3+5), что делает метод грубым, однако простота анализа окупает ошибки.

2. Нелинейная аппроксимация применяется при более точных инженерных расчетах и заключается в подборе и замене нелинейными функциями экспериментальных зависимостей. В качестве аппроксимирующих наиболее часто встречаются экспоненциальные функции и степенные полиномы.

После выбора функциональной зависимости необходимо определить ее коэффициенты (постоянные величины) с таким расчетом, чтобы она как можно точнее отображала экспериментальную зависимость. В простейшем случае искомые коэффициенты определяются, исходя из условий для характерных точек аппроксимируемой функции.

Выведенные в результате аппроксимаций аналитические закономерности для исследованных процессов должны быть оценены с точки зрения достоверности полученных результатов наблюдения и опыта.

Точность эксперимента является функцией точности приборов, оборудования, числа наблюдений, систематических и случайных ошибок.

Критериями оценки точности аппроксимирующих функций являются ошибки (погрешности), вычисленные в абсолютных или относительных единицах, по методу наименьших квадратов, методу средних и т.д. для различных точек исследуемой зависимости.

Оценке точности придается большое значение, так как на основании полученных данных производится сопоставление с принятыми гипотезами и уточнение последних.

Определение постоянных величин (коэффициентов) функции, когда вид ее известен

В тех случаях, когда известна связь между переменными в виде функциональной зависимости (формулы), приступают к определению ее постоянных величин.

1. Пусть экспериментальная зависимость аппроксимируется уравнением прямой вида

$$y = ax. \quad (4.38)$$

По среднеарифметическому методу требуется, чтобы сумма разностей между значениями искомой величины, определенными по найденной формуле y , и экспериментальными ее значениями $y_{э}$ равнялась нулю.

Для общего вида преобразованных формул имеем:

$$\left. \begin{aligned} \sum (y_3 - ax) &= 0; \\ \sum y_3 &= a \sum x; \\ a &= \frac{\sum y_3}{\sum x} \end{aligned} \right\} \quad (4.39)$$

По методу наименьших квадратов постоянная величина нашей формулы определяется из условия, чтобы сумма квадратов разностей между значениями искомой величины, вычисленными по найденной формуле, и опытными значениями искомой величины была минимальной.

Для нашего общего вида формулы это означает, что

$$\sum (y_3 - ax)^2 = \text{min.}$$

Для определения значения a надо взять производную по a от этой суммы и приравнять нулю:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d}{da} \sum (y_3 - ax)^2 &= 0; \\ \sum (y_3 - ax)x &= 0; \\ \sum xy_3 &= a \sum x^2; \\ a &= \frac{\sum xy_3}{\sum x^2} \end{aligned} \right\} \quad (4.40)$$

2. По среднеарифметическому методу для уравнения вида

$$y = ax + b \quad (4.41)$$

$$\text{имеем: } \left. \begin{aligned} \sum [y_3 - (ax + b)] &= 0; \\ \sum y_3 - a \sum x - \sum b &= 0; \\ \sum y_3 - a \sum x - bn &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (4.42)$$

где n — число опытов (измерений).

Так как для определения a и b требуются два уравнения, то разобьем данные наших опытов на две группы с одинаковым числом опытов, если это число четное, и тогда получим в общем виде два уравнения:

$$\left. \begin{aligned} \sum_{i=1}^n y_i - a \sum_{i=1}^n x_i - \frac{bn}{2} &= 0; \\ \sum_{i=1}^n y_i - a \sum_{i=1}^n x_i - \frac{bn}{2} &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (4.43)$$

Решая эти два уравнения, найдем значения a и b .

Если число опытов нечетное, то в одну группу можно включить на один опыт больше, чем в другую.

По методу наименьших квадратов для уравнения вида $y = ax + b$ имеем

$$\sum [y_i - (ax + b)]^2 = \min$$

Приравнивая нулю частные производные от этого выражения по a и b , получим:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial}{\partial a} \sum (y_i - ax - b)^2 &= \sum [-2x(y_i - ax - b)] = 0; \\ \frac{\partial}{\partial b} \sum (y_i - ax - b)^2 &= \sum [-2(y_i - ax - b)] = 0, \end{aligned} \right\} \quad (4.44)$$

$$\text{откуда } \left. \begin{aligned} \sum x y_i - a \sum x^2 - b \sum x &= 0; \\ \sum y_i - a \sum x - b n &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (4.45)$$

Решая полученные два уравнения, найдем постоянные a и b .

Таким образом, определение двух постоянных, входящих в искомую формулу, сводится по обоим методам к решению системы уравнений с двумя неизвестными следующего вида:

$$\left. \begin{aligned} a_1 a + b_1 b - c_1 &= 0; \\ a_2 a + b_2 b - c_2 &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (4.46)$$

3. Рассмотрим уравнение с тремя постоянными, которые наиболее часто применяют при нелинейной аппроксимации и подборе эмпирических формул:

$$y = ax^2 + bx + c. \quad (4.47)$$

Определение постоянных a , b и c такой формулы, пользуясь опытными значениями изучаемых переменных y и x , может быть выполнено как среднearифметическим методом, так и методом наименьших квадратов.

По среднеарифметическому методу имеем:

$$\left. \begin{aligned} \Sigma [y_3 - (ax^2 + bx + c)] &= 0; \\ \Sigma y_3 - a \Sigma x^2 - b \Sigma x - nc &= 0, \end{aligned} \right\} \quad (4.48)$$

где n - число опытов (измерений).

Так как для определения трех постоянных a , b и c требуется три уравнения, то данные наших опытов разбиваем на три равные по числу опытов группы и составляем три уравнения. Но предварительно надо вычислить Σy_3 , Σx и Σx^2 для каждой группы опытов.

Решая совместно полученные три уравнения, находим постоянные a , b и c .

По методу наименьших квадратов требуется, чтобы

$$\Sigma [y_3 - (ax^2 + bx + c)]^2 = \min.$$

Приравняв нулю частные производные по a , b и c ; получим:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial}{\partial a} \Sigma [y_3 - (ax^2 + bx + c)]^2 &= 2 \Sigma \{-x^2 [y_3 - (ax^2 + bx + c)]\} = 0, \\ \frac{\partial}{\partial b} \Sigma [y_3 - (ax^2 + bx + c)]^2 &= 2 \Sigma \{-x [y_3 - (ax^2 + bx + c)]\} = 0, \\ \frac{\partial}{\partial c} \Sigma [y_3 - (ax^2 + bx + c)]^2 &= 2 \Sigma \{-[y_3 - (ax^2 + bx + c)]\} = 0 \end{aligned} \right\} \quad (4.49)$$

или

$$\left. \begin{aligned} \Sigma y_3 x^2 - a \Sigma x^4 - b \Sigma x^3 - c \Sigma x^2 &= 0; \\ \Sigma y_3 x - a \Sigma x^3 - b \Sigma x^2 - c \Sigma x &= 0; \\ \Sigma y_3 - a \Sigma x^2 - b \Sigma x - nc &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (4.50)$$

Для составления этих уравнений необходимо предварительно вычислить x^4 , x^3 , x^2 , $y_3 x$ и $y_3 x^2$ для каждого опыта, найти их суммы и подставить в выражения (4.50).

Совместное решение полученных трех уравнений даст значения постоянных a , b и c по методу наименьших квадратов.

Пример вычисления постоянных величин аппроксимирующих функций и оценки точности аппроксимации [15].

Результаты экспериментов для определения зависимости между A_3 и B приведены в первых двух колонках табл. 2. На основе теоретических соображений предполагается зависимость вида

$$A = aB^2 + bB + c.$$

Т а б л и ц а 2

| № опыта | A_{i3} | B_i | B_i^2 | B_i^3 | B_i^4 | $A_{i3} B_i$ | $A_{i3} B_i^2$ |
|------------------|----------|-------|---------|---------|---------|--------------|----------------|
| 1 | 17 | 2,0 | 4,00 | 8,00 | 16,00 | 34,0 | 68,0 |
| 2 | 23 | 2,5 | 6,25 | 15,62 | 39,06 | 57,5 | 143,7 |
| 3 | 30 | 3,0 | 9,0 | 27,00 | 81,00 | 90,0 | 270,0 |
| $\sum_{i=1}^3 =$ | 70 | 7,5 | 19,25 | - | - | - | - |
| 4 | 38 | 3,5 | 12,25 | 42,87 | 150,06 | 133,0 | 465,5 |
| 5 | 48 | 4,0 | 16,00 | 64,00 | 256,00 | 192,0 | 768,0 |
| 6 | 59 | 4,5 | 20,25 | 91,12 | 410,06 | 265,5 | 1194,7 |
| $\sum_{i=4}^6 =$ | 145 | 12,0 | 48,50 | - | - | - | - |
| 7 | 70 | 5,0 | 25,00 | 125,00 | 625,00 | 350,0 | 1750,0 |
| 8 | 83 | 5,5 | 30,25 | 166,37 | 915,06 | 456,5 | 2510,7 |
| 9 | 97 | 6,0 | 36,00 | 216,00 | 1296,00 | 582,0 | 3492,0 |
| $\sum_{i=7}^9 =$ | 250 | 16,5 | 91,25 | - | - | - | - |
| $\sum_{i=1}^9 =$ | 465 | 36,0 | 159,00 | 755,98 | 3788,24 | 2160,5 | 10662,6 |

для определения постоянных a , b и c по среднеарифметическому методу разбиваем наши опыты на три группы по три опыта в каждой. Составим для каждой группы уравнение, пользуясь формулой (4.48), определив предварительно для каждой группы $\sum A_{i3}$, $\sum B_i$ и $\sum B_i^2$ вписав результаты в табл. 2.

Получим следующие три уравнения:

$$19,25a + 7,5b + 3c - 70 = 0;$$

$$48,50a + 12,0b + 3c - 145 = 0;$$

$$91,25a + 16,5b + 3c - 250 = 0.$$

Решая первое со вторым уравнением и второе с третьим, получим:

$$29,25a + 4,5b - 75 = 0;$$

$$42,75a + 4,5b - 105 = 0,$$

откуда

$$13,5a - 30 = 0;$$

$$a = 2,22.$$

Подставляя найденное значение постоянной a , получим $b = 2,24$ и $c = 3,49$.

Для определения постоянных a , b и c по методу наименьших квадратов составляем уравнения (4.50), для чего предварительно вычисляем значения V_i^3 , V_i^4 , $A_{i2}B_i$ и $A_{i2}V_i^5$ для каждого опыта и вписываем результаты также в табл. 2.

Получаем следующие три уравнения:

$$3788,24a + 755,98b + 159c - 10662,6 = 0;$$

$$755,98a + 159b + 36c - 2160,5 = 0;$$

$$159a + 36b + 9c - 465 = 0.$$

Решая первое уравнение с третьим, а затем со вторым и исключая в обоих случаях величину c , получим следующие два уравнения:

$$101,67a + 12,15b - 253,5 = 0;$$

$$55,41a + 6,79b - 138,5 = 0.$$

Решая эти два уравнения путем исключения величины b , найдем $a = 2,25$. Соответственно получим $b = 2,04$ и $c = 3,76$.

Для того чтобы решить, какие из найденных значений постоянных a , b и c точнее отвечают опытным данным, надлежит сравнить сумму средних отклонений и сумму квадратов отклонений, вычисленных по обеим формулам, значений A_i и A_i'' от опытных значений A_{i2} . Результаты вычислений приведены в табл. 3.

Более точными, как и следовало ожидать, оказались значения постоянных, определенных по методу наименьших квадратов. Оконча-

тельно имеем:

$$A = 2,25 B^2 + 2,04 B + 3,76.$$

Метод наименьших квадратов в применении к функциям с тремя постоянными весьма сложен, требует значительных вычислений, а поэтому используется лишь тогда, когда формула, найденная по среднеарифметическому методу, дает слишком большие ошибки.

Т а б л и ц а 3

| № опыта | A_{i3} | Среднеарифметический метод | | | Метод наименьших квадратов | | |
|----------|----------|--|----------------------------|--------------|--|-----------------------------|--------------|
| | | A'_i | $\Delta_1 = A_{i3} - A'_i$ | Δ_1^2 | A''_i | $\Delta_2 = A_{i3} - A''_i$ | Δ_2^2 |
| | | $a=2,22; b=2,24; c=3,49$ | | | $a=2,25; b=2,04; c=3,76$ | | |
| 1 | 17 | 16,85 | +0,15 | 0,0225 | 16,84 | +0,16 | 0,0256 |
| 2 | 23 | 22,96 | +0,04 | 0,0016 | 22,94 | +0,06 | 0,0036 |
| 3 | 30 | 30,11 | -0,11 | 0,0121 | 30,13 | -0,13 | 0,0169 |
| 4 | 38 | 38,52 | -0,52 | 0,2704 | 38,46 | -0,46 | 0,2116 |
| 5 | 48 | 47,97 | +0,03 | 0,0009 | 47,92 | +0,08 | 0,0064 |
| 6 | 59 | 58,52 | +0,48 | 0,2304 | 58,50 | +0,50 | 0,2500 |
| 7 | 70 | 70,19 | -0,19 | 0,0361 | 70,21 | -0,21 | 0,0441 |
| 8 | 83 | 82,96 | +0,04 | 0,0016 | 83,04 | -0,04 | 0,0016 |
| 9 | 97 | 96,85 | +0,15 | 0,0225 | 87,00 | +0,00 | 0,0000 |
| Σ | 465 | - | 1,71 | 0,5981 | - | 1,64 | 0,5598 |
| | | $v' = \frac{\Sigma \Delta_1 }{9} = 0,19;$ $\sigma' = \sqrt{\frac{\Sigma \Delta_1^2}{9}} = 0,258.$ | | | $v'' = \frac{\Sigma \Delta_2 }{9} = 0,182;$ $\sigma'' = \sqrt{\frac{\Sigma \Delta_2^2}{9}} = 0,249$ | | |

4.6. Технический отчет

Технический отчет о выполненной УИР составляется исполнителями работы, рассматривается и утверждается научным руководителем.

Общими требованиями, предъявляемыми к отчету, являются: четкость построения и логическая последовательность изложения, убедительность аргументации, краткость и точность формулировок, конкретность изложенных результатов, доказательность выводов и обоснованность рекомендаций [16].

Составные элементы технического отчета располагаются в следующей последовательности:

- титульный лист (с указанием руководителей и исполнителей);
- содержание (оглавление);
- краткий реферат;
- основная часть отчета;
- список литературы;
- приложения.

Технический отчет по УИР должен содержать задание, включающее наименование темы УИР, цель работы и график выполнения задания. Отчет по УИР пишется на листах формата 210x298, на одной стороне листа с полями.

К р а т к и й р е ф е р а т включает:

основную часть, отражающую сущность выполненной работы и методы исследования;

конкретные сведения, раскрывающие содержание основной части работы;

краткие выводы относительно особенностей, эффективности, возможности и области применения полученных результатов.

Объем текста краткого реферата должен быть в пределах одной страницы.

О с н о в н а я ч а с т ь о т ч е т а включает следующие разделы:

- введение;
- аналитический обзор состояния вопроса;
- обоснование выбранного направления работы;
- разделы отчета, отражающие методику, содержание и результаты выполненной работы;
- закключение (выводы и предложения).

Введение должно кратко характеризовать современное состояние научной проблемы, которой посвящена работа, сформулировать, в чем заключается новизна и актуальность описываемой работы. Заглавием должно служить слово "Введение", написанное отдельной строкой.

Аналитический обзор должен полно и систематизированно излагать состояние вопроса, которому посвящена данная работа.

Предметом анализа в обзоре должны быть новые идеи и проблемы, возможные подходы к решению этих проблем, результаты предыдущих исследований по вопросу, которому посвящена НИР, данные экономического характера, возможные пути решения задачи, стоящей перед исполнителями НИР.

Обоснование выбранного направления работы излагается в специальном разделе, в котором должны быть показаны преимущества выбранного направления НИР по сравнению с другими возможными направлениями. Обоснование выбранного направления НИР и рабочая гипотеза должны опираться на рекомендации, содержащиеся в аналитическом обзоре.

Разделы отчета, отражающие методику, содержание и результаты выполненной работы, должны излагать подробно и последовательно содержание выполненной НИР и описывать все промежуточные и окончательные результаты, в том числе результаты отрицательные.

В разделе, посвященном описанию экспериментов, должна указываться цель и описываться программа конкретных экспериментов, излагаться их сущность, оцениваться точность и достоверность полученных данных и сопоставляться с теоретическими данными.

Эти разделы отчета завершаются трактовкой полученных результатов и описанием их возможного применения. Полученные в ходе работы математические зависимости рекомендуется иллюстрировать примерами конкретного расчета.

Заключение должно содержать оценку результатов работы, в частности, с точки зрения их соответствия требованиям задания. Заглавием должно служить слово "Заключение". В заключении намечают пути и цели дальнейшей работы или мотивируют нецелесообразность ее продолжения.

В заключении к отчету о прикладном исследовании дается оценка технико-экономической эффективности. Если подсчет технико-экономического эффекта невозможен, необходимо указывать народнохозяйственную, научную, социальную ценность результатов работы.

В конце заключения следует указать, чем завершена работа: получением научных данных о новых объектах, процессах, явлениях, закономерностях; разработкой научных основ новых методов и принципов исследования, получением качественных и количественных характеристик явлений; составлением инструкций, рекомендаций; составлением технических заданий, проектной и конструкторской документации на опытные образцы, приборы; изготовлением лабораторных и опытных образцов, изделий, а также их испытанием, внедрением в производство; получением прочих положительных результатов.

Отрицательные результаты тоже указываются в заключении.

Приложения включают в себя вспомогательный материал к которому относятся:

промежуточные математические выкладки и расчеты;

таблицы вспомогательных цифровых данных;

протоколы и акты испытаний;

описания аппаратуры и приборов, примененных при проведении экспериментов;

инструкции, методики и т.п., разработанные в процессе выполнения НИР;

описания частных технических решений, полученных в ходе выполнения НИР;

иллюстрации вспомогательного характера в виде графического материала, фотографий и т.п.

Приложения оформляются как продолжение отчета на последующих страницах.

4.7. Внедрение результатов научного исследования

Обычно рассматривается вопрос о внедрении в производство или учебный процесс завершенных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, имеющих практическое значение. Это работы, прошедшие испытания и приемку, опытно-промышленную проверку или реализованные на отдельных предприятиях, лабораториях [17].

Процесс внедрения новой техники предполагает изготовление технической документации. Процесс создания технической документации расчленяется на следующие части: техническое задание на проектирование, технический проект и рабочие чертежи.

Техническое задание является первым этапом в процессе создания технической документации. Оно должно давать полное представление о цели создания средств новой техники и обеспечивать привязку их к месту, времени, общему технологическому или учебному процессу.

Технический проект является следующим этапом в процессе создания технической документации. На этом этапе воплощается в чертежи, схемы и расчеты все то, что было задумано в техническом задании. Технический проект включает все данные, необходимые для осуществления идей проектировщика.

В состав технического проекта входят расчеты, ведомости потребного оборудования и т.д.

Рабочие чертежи в системе создания технической документации представляют собой последний этап.

При их помощи осуществляется материальное воплощение идей, заложенных в техническом задании и получивших творческое развитие в техническом проекте. Рабочий чертеж — документ исполнительный, ибо по нему изготавливают детали и собирают в узлы и механизмы.

Комитет стандартов, мер и измерительных приборов при Совете Министров Союза ССР выпустил новые ГОСТы системы чертежного хозяйства, приемлемые для всех видов изделий основного и вспомогательного производства и их составных частей.

Внедрение и предложения по внедрению в народное хозяйство результатов законченных работ высоко оцениваются при защите УИР.

ЭЛЕМЕНТЫ ПАТЕНТОВЕДЕНИЯ

5.1. Открытия, изобретения,
рационализаторские предложения

Использование выдающихся советских открытий и изобретений позволило Советскому Союзу занять ведущие позиции в мировой науке и технике, в таких областях, как исследование космоса, ядерная энергетика, радиоэлектроника, авиационное и др. [18].

Право на открытия, изобретения и рационализаторские предложения охраняются государством и удовлетворяются на открытия — дипломами, на изобретения — авторскими свидетельствами или патентами и на рационализаторские предложения — удостоверениями.

Открытие признается установление ранее неизвестных объективно существующих закономерностей, свойств и явлений материального мира, вносящих коренные изменения в уровень познания.

Изобретением признается отличающееся существенной новизной решение технической задачи в любой области народного хозяйства, дающее положительный эффект. Предложение может быть признано изобретением при условии, что оно соответствует ряду обязательных требований:

- а) содержит решение технической задачи в области народного хозяйства;
- б) обладает существенной новизной;
- в) способно дать положительный эффект при внедрении.

Под технической понимается задача, возникающая в сфере практической деятельности и обусловленная определенной потребностью, удовлетворение которой возможно лишь путем применения средств техники: конструкции, способов, вещества.

Изобретение — итог большой целеустремленной творческой работы, направленной на решение известной технической задачи.

Техническое решение именуется предметом изобретения.

Решение технической задачи должно отвечать определенным требованиям:

1) необходимо, чтобы оно содержало указание на технические средства ее решения;

2) решение должно раскрывать принципиально важные моменты без излишних подробностей;

3) решение должно быть осуществимым, т.е. пригодным для реализации, использования.

Решением задачи считается предложение работоспособное, т.е. такое, которое не заключает в себе технических ошибок и просчетов, делающих невозможным его внедрение.

Автор изобретения может по своему выбору требовать:

признания за ним только авторства и представления ему прав и льгот, предусмотренных действующим законодательством, с передачей государству исключительного права на изобретение,

либо признания за ним авторства и представления ему исключительного права на изобретение.

В первом случае на изобретение выдается авторское свидетельство, во втором случае — патент.

Авторское свидетельство на изобретение выдается на имя автора и удостоверяет признание предложения изобретением, приоритет изобретения, авторство на изобретение, исключительное право государства на изобретение.

Авторское свидетельство действует бессрочно со дня подачи заявки в Государственный комитет Совета Министров СССР по делам изобретений и открытий.

Патент удостоверяет признание предложения изобретением, приоритет изобретения, авторство на изобретение и исключительное право патентообладателя на изобретение.

Никто не может использовать изобретение, на которое выдан патент, без согласия патентообладателя.

Патентообладатель вправе за плату или бесплатно выдать разрешение (лицензию) на использование изобретения или полностью уступить патент.

Р а ц и о н а л и з а т о р с к и м и п р е д л о ж е -
н и я м и с ч и т а ю т с я п р е д л о ж е н и я п о у с о в е р ш е н с т в о в а н и ю п р и м е н я -

емой техники, выпускаемой продукции, технологии производства, способов контроля, наблюдения и исследования, техники безопасности и охраны труда или предложения, позволяющие повысить производительность труда, более эффективно использовать энергию, оборудование, материалы.

Рационализаторские предложения в отличие от изобретений не обладают существенной новизной, они не повышают уже достигнутый уровень мировой техники. Их новизна носит местный характер, т.е. является относительной, так как имеет значение только для данного предприятия или цеха. Таким образом, рационализаторским предложением является относительно новое творческое решение технической задачи, дающее положительный эффект.

Для признания предложения рационализаторским автор подает письменное заявление с описанием сущности предложения.

Прилагаемые материалы должны содержать данные, достаточные для практического осуществления предложения.

5.2. Оформление изобретений

Основным материалом заявки является описание изобретения с формулировкой предмета изобретения – формулы изобретения. Описание представляет собой технико-правовой документ, который должен быть продуман во всех деталях, тщательно и правильно составлен. Чем точнее и подробнее будет составлено описание, тем полнее оно будет уяснено экспертизой, быстрее смогут быть выявлены основные отличительные черты изобретения и надежнее будут защищены права и интересы автора (авторов) изобретения. Сущность изобретения должна быть выявлена и дана в описании.

Описание должно быть составлено в определенной последовательности: заголовок, вступительная часть, собственно описание, предмет изобретения. Вначале указывается название изобретения, которое должно быть точным, кратким, конкретным и соответствовать сущности изобретения.

После названия излагается вводная часть описания. Она начинается с указания, к какой отрасли народного хозяйства или области техники относится изобретение и где оно может быть применено, указывается, какое известное устройство, способ или вещество изобретения.

обретение усовершенствует, какие пробелы и конкретные недостатки известного в технике оно предназначено восполнить или исправить, какие цели достигаются или какие задачи разрешаются в результате применения изобретения.

После вводной части следует детальное описание изобретения. В этой основной части описания должны быть достаточно четко и полно отражены и развиты все пункты, указанные затем в формуле изобретения. При составлении описания нужно пользоваться только терминами, уже установившимися в нашей технической литературе.

Описание заканчивается формулой изобретения, т.е. кратким изложением существа изобретения, сделанным по установленным правилам и характеризующим объем изобретения, его новизну и цель. Эта часть описания имеет очень важное значение. Она характеризует творческий вклад изобретателя в технический прогресс и является по существу фундаментом, на котором будут основываться права автора (авторов), так как законодательством охраняется только то, что сказано в формуле изобретения.

Для иллюстрации приводим пример оформления авторского свидетельства [19].

ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

403955

Зависимое от авт.свидет-ва
№ 191380

Заявлено 11.1.1972
(№ 1736550/18-24)

М.Кл. G 01d 5/22

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
КОМИТЕТ СОВЕТА
МИНИСТРОВ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБ-
РЕТЕНИЙ
И ОТКРЫТИЙ

с присоединением заявки №

Приоритет -

Опубликовано 26.х.1973.

УДК 531.71:531.14

Бюллетень № 43

(088.8)

Дата опубликования описа-
ния 25.ш.1974.

АВТОРЫ
ИЗОБРЕТЕНИЯ

М.Ф.ЗАРИПОВ, И.А.ЛИМАНОВ

ЗАЯВИТЕЛЬ

ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
КУЙБЫШЕВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П.КОРОЛЕВА

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ ИНДУКТИВНЫЙ ДАТЧИК ПЕРЕМЕЩЕНИЙ

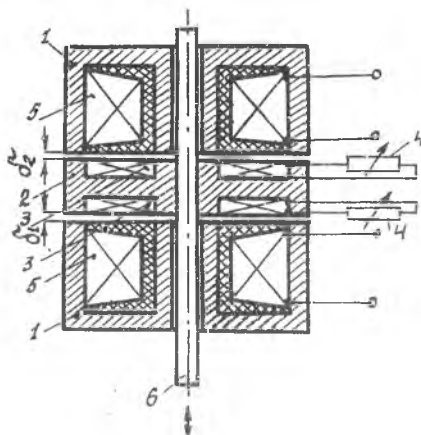
Устройство относится к системам автоматического контроля и регулирования.

Известный дифференциальный датчик перемещений по авт. св. № 191380 содержит два неподвижных ферромагнитных сердечника броневоего типа с обмотками и подвижный якорь, расположенный в воздушном зазоре между ними, при перемещении которого происходит изменение магнитных сопротивлений сердечников, якорь выполнен в виде ферромагнитного диска.

Известный датчик характеризуется значительной нелинейностью выходной нерегулируемой характеристики, ограничивающей его рабочий диапазон перемещений, а также существенными электромеханическими усилиями, действующими на подвижную систему.

Описываемый датчик отличается тем, что в нем на якоре дополнительно установлены кольцевые обмотки, расположенные в пазах ферромагнитного диска и подключенные к переменным резисторам. Это позволяет расширить функциональные возможности устройства, повысить степень линейности выходной характеристики, расширить диапазон перемещений, снизить электромеханические усилия и получить регулируемые выходные характеристики датчика.

На чертеже (рис. 5) схематически изображено описываемое устройство.



Р и с. 5

Датчик содержит два неподвижных ферромагнитных сердечника I бронзового типа, подвижный якорь 2, выполненный в виде ферромагнитного диска, с обеих сторон которого в кольцеобразных пазах размещены якорные обмотки 3, замкнутые на внешнюю регулируемую нагрузку, резисторы 4. На каркасах неподвижных сердечников расположены две измерительные обмотки 5 с одинаковым числом витков. Якорь 2

жестко скреплен со штоком 6, который связан с объектом измерения (на чертеже не показан) и может перемещаться в осевом направлении в обе стороны.

При отклонении якоря 2 от нейтрального положения дифференциально изменяются воздушные зазоры δ_1 и δ_2 , в результате чего изменяются индуктивные сопротивления измерительных обмоток и соответственно выходной сигнал датчика.

Выполнение якоря 2 датчика в виде ферромагнитного диска, с обеих сторон которого в кольцеобразных пазах размещены якорные обмотки 3, замкнутые на внешнюю регулируемую нагрузку — переменные резисторы 4, позволяет соединить эффект индуктивного датчика с подвижным ферромагнитным якорем 2, проявляющийся в изменении магнитного сопротивления системы, и эффект индуктивного датчика с подвижной обмоткой, проявляющийся в результате реакции подвижной обмотки на основной магнитный поток, создаваемый измерительными

обмотками 5. Якорные обмотки создают регулируемые магнитные потоки, направленные встречно рабочим магнитным потоком.

ПРЕДМЕТ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Дифференциальный индуктивный датчик перемещений по авт. св. № 191380, отличающийся тем, что с целью расширения функциональных возможностей устройства в нем на якоре дополнительно установлены кольцевые обмотки, расположенные в пазах ферромагнитного диска и подключенные к переменным резисторам.

НАУЧНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ УМСТВЕННОГО ТРУДА (НОУТ)

6.1. Рациональный режим труда и отдыха

Выдающийся русский физиолог Н.Е.Введенский определил ряд условий организации физического и умственного труда для получения высокой его производительности.

Очень важно, учил Введенский, входить в работу постепенно, работать ритмично, не рывками. Привычную работу выполнять последовательно, этап за этапом, систематично. Правильно чередовать периоды работы и отдыха. Уделять внимание регулярной тренировке и упражнениям по своей специальности, что развивает природные дарования и помогает воспитанию определенных полезных навыков и приемов трудовой деятельности.

У большинства людей интенсивность умственных процессов повышается от ранних утренних часов до полудня, достигая в это время своего максимума. Затем постепенно к 5 часам дня происходит снижение творческой работоспособности. В вечерние часы, после обеденного перерыва и отдыха, вновь отмечается небольшой подъем работоспособности, примерно с 7 до 9 часов вечера, который сменяется спадом энергии и необходимостью полного отдыха.

Целесообразно начальный период рабочего дня использовать главным образом для выполнения наиболее трудоемких теоретических работ, анализа и обобщения фактических материалов, наиболее точных зрительных наблюдений и т.п.

Без особой срочной необходимости не следует злоупотреблять работой в ночные часы. Ночная работа обычно менее производительна в творческом отношении, чем дневная.

Если человек работает бессистемно, нецелеустремленно, без достаточной напряженности, то у него быстро наступает общее переутом-

ление. Н.Е.Введенский подчеркивал: "... Возникает немного парадоксальная мысль, не от того ли сильно утомляются у нас люди, что они мало работают в истинном смысле слова, не умеют работать продуктивно. При умелом распределении умственного труда можно не только развить громадную по своей продуктивности работу, но притом сохранить на долгие годы, быть может, на всю жизнь умственную работоспособность и общий тонус своей жизнедеятельности. Устают и изнемогают не столько от того, что много работают, а от того, что плохо работают!"^Ж

Известно, что начать какую-либо новую работу, преодолеть инерцию начала для многих людей трудно.

Сколько-нибудь длительные перерывы в творческой работе обычно нарушают привычный ритм и снижают ее эффективность. Научиться умело распоряжаться временем, ценить, экономить, использовать дорогие минуты труда и отдыха — это значит работать продуктивно. Уместно напомнить высказывание К.Маркса: "К экономии времени сводится в конечном счете вся экономия".^{ЖЖ}

Анализ бюджета времени показывает, что, как правило, затраты времени на второстепенные, вспомогательные работы имеют еще существенный удельный вес и снижают возможности для творческого труда.

Сон студентов должен быть не менее 7 часов в сутки, необходимы систематические занятия физкультурой и спортом.

Говорят, что отдых — это перемена занятий. Такое определение правильно. Активный отдых быстрее и лучше восстанавливает работоспособность человека.

6.2. Память и ее совершенствование

Память, как и другие психические процессы, является функцией головного мозга, одной из форм отражения объективной действительности.

^Ж Введенский Н.Е. Условия продуктивности умственной работы — В кн.: Избранные произведения. М., 1952, с. 580.

^{ЖЖ} Архив Маркса — Энгельса. Под ред. В.Адоратского. "Экономические рукописи 1858-1859 гг." Т.4, Партиздат, 1935, с. 119.

Процессы запоминания и воспроизведения отличаются большой динамичностью и теснейшим образом связаны с особенностями личности человека.

Хорошая память - это не только проявление нормальных психических способностей человека, но и в значительной мере результат постоянного воспитания и совершенствования ее.

При известной требовательности к себе, проявлении силы воли люди с плохой памятью могут этот недостаток изжить.

Различают несколько типов памяти по функциональным признакам: словесно-логическую; образную (зрительную, слуховую, обонятельную и др.); двигательную; эмоциональную. Все они в какой-то мере связаны между собой. Один тип памяти функционально дополняет, подкрепляет другой.

Наибольшее распространение имеют типы словесно-логической и образной памяти. Человек повторяет вслух какие-то незнакомые термины, иностранные слова и если обращает внимание на смысловое значение их, логическую связь в сочетаниях слов, фраз, предложений, периодов речи, то они легче фиксируются в памяти, а затем лучше воспроизводятся. В этом большое значение имеют зрительные образы.

Для лучшего запоминания каких-либо материалов разработано много различных приемов и способов. Первое условие хорошего запоминания - это сосредоточение внимания на объекте. Если внимание сконцентрировано на определенных особенностях объекта, то запоминание его происходит в 10 и более раз быстрее и надежнее, чем при рассеянном внимании.

При изучении всяких новых материалов, если при этом необходимо и хорошо запомнить их содержание, полезно работать с карандашом в руке, т.е. с обязательной записью текста.

Запоминанию таких материалов способствует сознательное усвоение последних, многократное повторное чтение с анализом и расшифровкой элементов текста.

Наиболее распространенными способами запоминания текстовых материалов являются логический и механический. Логическое запоминание требует глубокого осмысливания содержания событий, фактов, слов и их графического обозначения. Механическое запоминание не требует обязательной расшифровки обозначений. Хорошую память надо беречь, хорошей памятью надо дорожить, хорошую память надо воспитывать.

6.3. Рабочее помещение и рабочее место

Основные гигиенические требования к помещению для выполнения научно-исследовательской работы касаются размеров комнаты, метеорологических условий в ней, чистоты воздуха, общего и местного освещения, защиты от шума.

В зависимости от специфики выполняемых исследований рабочее помещение оборудуется специальной мебелью, организуется специальная защита от вредных факторов, иногда сопутствующих экспериментальной работе.

Чистый воздух имеет первостепенное значение для эффективного творческого труда. Очень важно, чтобы все рабочие помещения, где ведутся опыты или работы, связанные с загрязнением воздуха вредными для здоровья газами, парами, пылью, выделением дурнопахнущих веществ и т.п., обязательно оборудовались приточной и вытяжной вентиляцией, герметизацией источников выделений вредных веществ и местной вытяжкой.

Необходимо уделить серьезное внимание устройству рабочего места. Рабочее место должно оборудоваться нестандартной мебелью сравнительно небольших размеров: рабочие столы в ансамбле с легким креслом, конторкой для работы стоя, книжной полкой-стеллажом, настольной лампой с абажуром на гибком кронштейне. Все приборы, книги, а также лабораторные журналы и всякого рода записи, деловая переписка, черновые и другие рукописи научных работ должны сохраняться в строгом деловом порядке, удобном для исследователей.

Внедрение УИР значительно оживило факультативные формы студенческой научной работы и деятельность студенческого научного общества. Многие студенты, выполнив все три этапа УИР и получив, таким образом, "научный задел", продолжают заниматься научно-исследовательской работой (на 9-м и 10-м семестрах) в отраслевых лабораториях и на кафедрах в рамках студенческого научного общества. Все чаще завершение образования студентов идет по схеме: учебно-исследовательская работа - в отраслевой лаборатории или НИИ кафедры - дипломный проект исследовательского характера.

С внедрением системы УИР оживилась также деятельность студенческих конструкторских бюро, создаются новые СКБ. Сейчас в институте функционируют пять СКБ, в которых работают более 400 студентов, СКБ имеют хозяйственные договоры на выполнение НИР.

Введение учебно-исследовательской работы (УИР) в учебный план обеспечило не только приобщение к научному творчеству практически всех студентов дневной формы обучения, но и значительное повышение уровня студенческой научной работы. Об этом свидетельствуют следующие цифры и примеры. До введения УИР на ежегодных студенческих научно-технических конференциях заслушивалось 80-100 докладов (в 1969 г. - 102). После введения всех этапов УИР количество докладов, представляемых на конференции, непрерывно возрастало: 1970 г. - 202, 1971 г. - 306, 1972 г. - 323, 1973 г. - 377, 1974 г. - 428 и в 1976 г. - 548 докладов.

Наши студенты стали чаще выступать с докладами на научно-технических конференциях в других вузах: в 1976 г. ими было сделано 60 докладов в авиационных и других родственных вузах.

С внедрением УИР в несколько раз возросло количество работ, представляемых на общеинститутский и всесоюзный конкурсы студенческих научных работ. Так, если в 1969 г. на всесоюзный конкурс было направлено 24 работы, в 1974 г. - 62, а в 1976 г. - 80 работ

студентов. Значительно возросло также количество экспонатов и работ наших студентов, представляемых на городские, зональные и республиканские выставки, на ВДНХ.

О возрастании уровня и научно-практической ценности выполненных студентами работ свидетельствуют поощрения, получаемые нашими студентами на конкурсах, смотрах и выставках. Так, в декабре 1973 г. на зональную выставку-смотр вузов Поволжья наш институт представил 70 экспонатов, 5 экспонатов награждены грамотами Минвуза РСФСР и 36 дипломами Оргкомитета выставки. В феврале 1974 года на Всероссийской выставке было представлено 30 экспонатов, получено 6 дипломов, 2 грамоты Минвуза РСФСР и 6 ценных подарков. В декабре 1975 г. на Всероссийскую выставку КуАИ представил 50 экспонатов, получено 12 дипломов с ценными подарками и 24 грамоты Минвуза РСФСР. На ВДНХ СССР представляли 12 экспонатов - действующих приборов. Получено 6 медалей: 1 золотая, 2 серебряных и 3 бронзовых, а экспонат - вихревой аэратор "Циклон", получивший золотую медаль, демонстрировался на международной выставке "Молодежь СССР" в США и Канаде.

По Всесоюзному конкурсу студенческих научных работ получены награды: в 1973 г. - 1 медаль, 8 дипломов; в 1976 г. - 4 медали и 10 дипломов Минвуза СССР.

Резюмируя изложенное, можно сказать, что введение учебно-исследовательской работы в учебный план полностью оправдало себя. Система УИР является эффективным путем повышения качества подготовки специалистов.

КУБЫШЕВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО
КРАСНОГО ЗНАМЕНИ АВИАЦИОННЫЙ
ИНСТИТУТ имени академика
С.П.КОРОЛЕВА

УТВЕРЖДАЮ

Исполнитель

СКБ-5

доц.Абрамов Г.В.

УТВЕРЖДАЮ

Заказчик

Лаб.№ I, доц. Белоусов А.И.

доц.Сидоренко М.К.

ПРОГРАММА РАБОТ

По теме: Разработка измерительного канала для регистрации
вибрационных процессов двигателей летательных аппаратов

1.Задача исследований:Разработка и создание прибора для ана-
лиза вибрационных процессов в двигателях летательных аппаратов

2.Содержание исследований:Разработка и исследование частото-
преобразовательного устройства с управляемым гетеродином, узко-
полосным кварцевым фильтром и выходным усилителем

3. Методы исследований - комбинированный (теоретический
и экспериментальный)

4. Результаты работы: Опытный образец прибора, научно-тех-
нический отчет

5. Предполагаемый экономический эффект - 10 тысяч рублей

6. Место внедрения - КуАИ, лаборатория № I

7. Производственная база для выполнения экспериментальной
части работы:

1. Кафедра "Радиотехника" КуАИ, НИГ кафедры.

2. Лаборатория № I КуАИ

КА Л Е П Д А Р Н Ы Й П Л А Н Р А Б О Т Ы

| Пор. № | Наименование этапов работы | Сроки начало оконча- ние | % общего объема работ | Стоимость работ по этапу, руб. | В каком виде сдается этап | Фамилия исполнителя |
|--------|--|-----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|--|---|
| 1. | Анализ литературных источников. Выбор и обоснование схем устройства. Исследования на патентную чистоту | 2.1. 1975 | 25 | 2750 | Техни- ческая информа- ция | Трубецкой В.Г., Никонов А.И., Капцов А.В., Синица П.А. |
| 2. | Теоретическое исследование схем устройства. Разработка опытного образца прибора для анализа вибрации | 1.4. 1975 | 25 | 2750 | Промежу- точный научно- техни- ческий отчет | " - |
| 3. | Экспериментальное исследование прибора. Снятие рабочих характеристик, определение результирующей погрешности | 1.7. 1975 | 25 | 2750 | Техни- ческая информа- ция | " - |
| 4. | Конструктивная доработка отдельных узлов прибора. Снятие уточненных харак-теристик, сопоставление результатов с теоретическими. Внедрение прибора. Авторский надзор. Составление научно-техническо-го отчета | 1.10. 1975 | 25 | 2750 | научно- техничес- кий от- чет. Прибор | " - |

- И. Начальник НИСа Н.Т.Тихонов
 2. Руководитель темы И.А.Лиданов
 3. Инженер по технике безопасности Г.А.Брмишев
 4. Главный энергетик В.Д.Евстропов

Куйбышевский авиационный институт
имени академика С.П.Королева

УТВЕРЖДАЮ:

Зав.кафедрой

З А Д А Н И Е

по учебной исследовательской работе
(П и Ш этапы)

выдано студенту _____ гр. _____

Т е м а р а б о т ы _____

Руководитель темы

()

Дата выдачи

Содержание и календарный график выполнения темы

| № пп | Основные разделы работы | Этап УИР | Объем раздела, % | Срок выполнения |
|------|---|----------|------------------|-----------------|
| I | Ознакомление с научной литературой и обоснование следующих вопросов: | II | 80 | |
| 2 | Составление реферата-отчета | | <u>20</u> 100 | |
| 3 | Подготовка экспериментальной установки, составление методики эксперимента | III | 30 | |
| 4 | Проведение экспериментальных исследований | | 40 | |
| 5 | Составление отчета | | 20 | |
| 6 | Получение зачета по УИР: | | | |
| | а) представление на кафедру оформленных отчетов по II и III этапу; | | 10 | |
| | б) защита работы и получение зачета | | <u>100</u> | |

Отметки о выполнении этапов УИР

| Этап УИР | II | III |
|----------------------------|-----------|-----------|
| Контрольный срок | | |
| %% выполнения по плану | 100 зачет | 100 зачет |
| %% фактического выполнения | | |
| подпись руководителя | | |

П р и м е ч а н и е. Графы "Контрольный срок" и " %% выполнения по плану" заполняются в соответствии с формой 6 деканата.

П р и л о ж е н и е 3

ПОЛОЖЕНИЕ ОБ УЧЕБНОЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ (ВЫДЕРЖКИ ИЗ ПРИКАЗА № 372 от 10.6.68 г. по КуАИ)

1. Основная цель учебной исследовательской работы студентов (УИР) - научить студентов самостоятельно решать инженерные задачи, творчески используя современные методы экспериментального и теоретического исследования.

Постановка УИР должна обеспечивать ознакомление студентов со всеми этапами научной работы: постановка задачи, ознакомление с фундаментальной, периодической и патентной литературой, выбор и обоснование метода решения задачи (теоретического, экспериментального, смешанного), разработка плана решения (методики эксперимента), решение задачи (теоретическое или экспериментальное исследование), составление технического отчета с выводами и рекомендациями.

2. Объем работы:

| Этап УИР | II | III |
|---|---------|----------|
| Часов по расписанию | 16 | 30 |
| Часов на самостоятельную внеаудиторную работу | 45 - 50 | 90 - 100 |

3. Предпочтительной формой УИР является участие студентов в научно-исследовательской или научно-методической работе кафедры, лаборатории, при условии, что студент получает автономное задание, предусматривающее комплекс всех этапов научной работы.

Задание на УИР и контроль за его выполнением

1. Письменное задание на выполнение УИР выдается руководителем студенту или бригаде студентов из 2-3 человек, выбравших данную тему в первую неделю семестра.

Задание должно включать наименование темы, цель работы, собственно задание, перечень основных пунктов отчета, основную литературу, график выполнения работы.

2. В процессе работы задание в случае необходимости может корректироваться руководителем.

3. Выполнение задания в течение семестра контролируется по черновым материалам, которые студенты должны показывать руководителю. Кафедра должна своевременно сообщать в деканат сведения о работе студентов, а во всех случаях нарушения студентами установленного графика принимать по отношению к ним необходимые меры.

Требования к оформлению отчета по УИР

1. По законченной УИР представляется отчет, в котором должны быть отражены задание, методика исследований и полученные результаты.

2. Каждый студент бригады составляет ту часть отчета, которая соответствовала его индивидуальному заданию. Авторы отдельных частей указываются во введении к отчету.

3. Отчет по УИР пишется на листах бумаги формата 210x298, сброшюровывается вместе с рисунками. Обратная сторона листа не используется.

Записка должна содержать титульный лист, задание на УИР, оглавление, введение, текст, заключение и список использованной литературы, на которую должны быть ссылки.

Страницы записки должны быть пронумерованы. Рисунки (эскизы, графики) должны быть выполнены на отдельных листах гладкой или миллиметровой бумаги.

Текст записки пишется чернилами. Справа и слева оставляются поля.

Порядок защиты УИР

1. Отчет по УИР проверяется и визируется руководителем.

2. Защита УИР производится после проверки отчета комиссией из 2-3 преподавателей, включающей руководителя. Вклад каждого из студентов в выполнение работы оценивается индивидуальной дифференцированной оценкой. Зачет с оценкой вносится в зачетную книжку студента, в зачетную ведомость.

3. По окончании УИР рекомендуется лучшие работы обсуждать на семинарах кафедры, лаборатории, научной группы, студенческой группы. Здесь же могут быть рассмотрены предложения об опубликовании работ и о представлении лучших исследований на конкурсы студенческих работ.

1. Материалы XXV съезда КПСС. М., Политиздат, 1976, с. 256.
2. Л е н и н В.И. Материализм и эмпириокритицизм. Политиздат, М., 1969, с. 392.
3. Л у к а ч е в В.П., И в а щ е н к о И.А. Творческий поиск и освоение профессии, "Вестник высшей школы", 1975, № 9, с. 42-44.
4. Положение об учебной научной работе студентов. Куйбышев, КуАИ, 1970, с. 20.
5. Н а л и м о в В.В., М у л ь ч е н к о З.М. Наукометрия, М., "Наука", 1969. с. 192.
6. Отчет о научно-исследовательской работе и подготовке научно-педагогических кадров в Куйбышевском ордена Трудового Красного Знамени авиационном институте имени академика С.П.Королева за 1976 год. Куйбышев. КуАИ, НИС, 1977, с. 123.
7. Положение об аспирантуре при высших учебных заведениях и научно-исследовательских учреждениях. М., Минвуз СССР, 1972, с.16.
8. Положение о порядке присуждения ученых степеней и присвоения ученых званий. М., Минвуз СССР, 1975, с. 50.
9. А л о н о в а Л.М., К о м а р о в В.А. Работа с технической литературой и составление реферата. Куйбышев, КуАИ, 1971, с.36.
10. П р и х о д ь к о П.Т. Тропой науки. "Наука", СО АН СССР, Новосибирск, 1965, с. 144.
11. К а п и ц а П.Л. Эксперимент, теория, практика. М., "Наука", 1974, с. 287.
12. Р у м ш и с с к и й Л.З. Математическая обработка результатов эксперимента (справочное пособие), М., "Наука", 1971, с.192.
13. Р е м е з Г.А. Радиоизмерения. М., "Связь", 1966, с. 424.
14. З а р и п о в М.Ф., Л и м а н о в И.А. Индуктивные датчики с улучшенными метрологическими характеристиками. Уфа, УАИ, 1974, с. 125.

15. Б л о х Л.С. Основные графические методы обработки опытных данных. М.-Л., 1951, с. 163.
16. Отчет о научно-исследовательской работе, общие требования и правила оформления. ГОСТ 19600-74, с. 16.
17. И в а н о в В.А., И г н а т е н к о Н.Н. Внедрение новой техники и ее экономическая эффективность. М., "Машгиз", 1963, с. 177.
18. А р т е м ь е в Е.И. и др. Патентоведение. М., "Машиностроение", 1976, с. 269.
19. Авторское свидетельство № 403955. Бюллетень № 43. 1973. с.124

О Г Л А В Л Е Н И Е

| | |
|--|----|
| В в е д е н и е | 3 |
| <u>Глава I. Наука - движущая сила технического прогресса</u> | |
| I.1. Науковедение..... | 6 |
| I.2. Законы развития науки. Прогрессивные черты современной науки..... | 7 |
| I.3. Система организации и координации НИР в СССР..... | 10 |
| I.4. Основные направления научных исследований в институте. Важнейшие результаты НИР в КуАМ..... | 11 |
| <u>Глава II. Научные кадры</u> | |
| 2.1. Подготовка научных кадров..... | 14 |
| 2.2. Ученые степени и звания..... | 17 |
| <u>Глава III. Источники и системы поиска научной информации</u> | |
| 3.1. Источники научной информации..... | 21 |
| 3.2. Системы поиска научной информации..... | 24 |
| <u>Глава IV. Структура, содержание и этапы научного исследования</u> | |
| 4.1. Выбор темы и планирование исследования.. | 29 |
| 4.2. Реферат как первый этап научного исследования..... | 31 |
| 4.3. Теоретическое исследование..... | 33 |
| 4.4. Экспериментальное исследование..... | 38 |
| 4.5. Обработка экспериментальных данных..... | 40 |
| 4.6. Технический отчет..... | 59 |

| | |
|--|----|
| 4.7. Внедрение результатов научного исследования..... | 61 |
|--|----|

Глава V. Элементы патентования

| | |
|--|----|
| 5.1. Открытия, изобретения, рационализа- торские предложения..... | 63 |
| 5.2. Оформление изобретений..... | 65 |

Глава VI. Научная организация умственного труда (НОУТ)

| | |
|--|----|
| 6.1. Рациональный режим труда и отдыха.... | 70 |
| 6.2. Память и ее совершенствование..... | 71 |
| 6.3. Рабочее помещение и рабочее место.... | 73 |

| | |
|---------------------------|----|
| З а к л ю ч е н и е | 74 |
| П р и л о ж е н и я | 76 |
| Л и т е р а т у р а | 84 |

Иван Александрович Иващенко,
Игорь Алексеевич Лиманов,
Валентин Георгиевич Трубецкой

УЧЕБНАЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ
РАБОТА СТУДЕНТОВ

У ч е б н о е п о с о б и е

Редактор Н.В.К а с а т к и н а
Техн.редактор Н.М.К а л е н ю к
Корректор Т.В.П о л я к о в а

ЕО 00235 . Подписано в печать 31/УШ-77г . Формат 60x84 1/16.
Бумага оберточная белая. Физ.печ.л. 5,5. Усл.печ.л. 5,15.
Уч.-изд. 4,98. Тираж 600 экз. Цена 24 коп. Заказ № 6222
Тем. план 1977, поз. 54.

Куйбышевский ордена Трудового Красного Знамени авиаци-
онный институт имени С.П.Королева. г. Куйбышев,
ул. Молодогвардейская, 151.

Областная типография имени В.П.Мяги. г. Куйбышев,
ул. Венцека, 60.