

УДК 004.93:61

Составитель: О.В. Шаталова

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент Т.Н. Конаныхина

Научные исследования в области биотехнических систем и технологий: методические указания к практическим занятиям / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: О.В. Шаталова. Курск, 2021. 119 с.

Предназначено для студентов направления подготовки 12.04.04 «Биотехнические системы и технологии» по дисциплине «Методы и средства исследований в области биотехнических систем и технологий». Может быть использована аспирантами, обучающимися по направленностям 05.11.13 – Системный анализ, управление и обработка информации и 05.11.17 – Приборы, системы и изделия медицинского назначения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать *15.03.21*. Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 6,92. Уч.-изд. л. 6,26. Тираж 100 экз. Заказ *502*.

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Практическое занятие №1
«Выбор темы своего исследования, обоснование ее
актуальности; формулировка цели и задач своего
исследования»

Краткие теоретические сведения

В научно-исследовательских разработках различают: научные направления, проблемы и темы.

Под научным направлением понимают сферу научных исследований научного коллектива, посвященных решению каких-либо крупных, фундаментальных теоретических и экспериментальных задач в определенной отрасли науки. Структурными единицами направления являются комплексные проблемы и проблемы, темы и вопросы. Комплексная проблема включает в себя несколько проблем.

Под проблемой понимают сложную научную задачу, которая охватывает значительную область исследования и имеет перспективное значение. Полезность таких задач и их экономический эффект иногда можно определить только ориентировочно. Решение проблем ставит общую задачу — сделать открытие; решить комплекс задач, обеспечивающих высокую техническую готовность автомобильной техники и т. д.

Проблема состоит из ряда тем. Тема — это научная задача, охватывающая определенную область научного исследования. Она базируется на многочисленных исследовательских вопросах. Под научными вопросами понимают более мелкие научные задачи, относящиеся к конкретной области научного исследования. Результаты решения этих задач имеют не только теоретическое, но, главным образом, и практическое значение, поскольку можно сравнительно точно установить ожидаемый экономический эффект.

При разработке темы или вопроса выдвигается конкретная задача в исследовании — разработать новую конструкцию, прогрессивную технологию, новую методику и т. д.

Выбору тем предшествует тщательное ознакомление с отечественными и зарубежными источниками данной и смежной специальности.

Постановка (выбор) проблем или тем является трудной, ответственной задачей, включает в себя ряд этапов.

Первый этап — формулирование проблем. На основе анализа противоречий исследуемого направления формулируют основной вопрос — проблему — и определяют в общих чертах ожидаемый результат.

Второй этап включает в себя разработку структуры проблемы. Выделяют темы, подтемы, вопросы. Композиция этих компонентов должна составлять древо проблемы (или комплексной проблемы). По каждой теме выявляют ориентировочную область исследования.

На третьем этапе устанавливают актуальность проблемы, т. е. ценность ее на данном этапе для науки и техники. Для этого по каждой теме выставляют несколько возражений и на основе анализа, методом исследовательского приближения, исключают возражения в пользу реальности данной темы. После такой "чистки" окончательно составляют структуру проблемы и обозначают условным кодом темы, подтемы, вопросы.

При выборе важно уметь отличать псевдопроблемы от научных проблем. Псевдопроблемы (ложные, мнимые), какую бы не имели внешнюю форму, в основе своей имеют антинаучный характер.

При обосновании проблем их коллективно обсуждают на заседаниях ученых советов, кафедр в виде публичной защиты, на которой выступают оппоненты, и принимают окончательное решение.

После обоснования проблемы и установления ее структуры научный работник (или коллектив), как правило, самостоятельно приступает к выбору темы научного исследования. По мнению некоторых ученых, выбрать тему зачастую более сложно, чем провести само исследование. К теме предъявляют ряд требований.

Тема должна быть актуальной, т. е. важной, требующей разрешения в настоящее время. Это требование одно из основных. Критерия для установления степени актуальности пока нет. Так, при сравнении двух тем теоретических исследований степень актуальности может оценить крупный ученый данной отрасли или научный коллектив. При оценке актуальности прикладных научных разработок ошибки не возникают, если более актуальной окажется та тема, которая обеспечит большой экономический эффект.

Тема должна решать новую научную задачу. Это значит, что тема в такой постановке никогда не разрабатывалась и в настоящее время не разрабатывается, т. е. дублирование исключается. Дублирование возможно только в том случае, когда по заданию

руководящих организаций одинаковые темы разрабатывают два конкурирующих коллектива в целях разрешения важнейших государственных проблем в кратчайшие сроки. Таким образом, оправданное дублирование тем (разработок) иногда может быть одним из требований.

Грань между научными и инженерными исследованиями с каждым годом все более стирается. Однако при выборе тем новизна должна быть не инженерной, а научной, т. е. принципиально новой. Если разрабатывается пусть даже новая задача, но на основе уже открытого закона, то это область инженерно-экономических, не научных разработок. Поэтому необходимо отличать научную задачу от инженерно-экономической. Все то, что уже известно, не может быть предметом научного исследования.

Тема должна быть экономически эффективной и должна иметь значимость. Любая тема прикладных исследований должна давать экономический эффект в народном хозяйстве. Это одно из важнейших требований.

На стадии выбора темы исследования ожидаемый экономический эффект может быть определен, как правило, ориентировочно. Иногда экономический эффект на начальной стадии установить вообще нельзя. В таких случаях для ориентировочной оценки эффективности можно использовать аналоги (близкие по названию и разработке темы).

При разработке теоретических исследований требование экономичности может уступать требованию значимости. Значимость, как главный критерий темы, имеет место при разработке исследований, определяющих престиж отечественной науки или составляющих фундамент для прикладных исследований, или направленных на совершенствование общественных и производственных отношений и др.

Тема должна соответствовать профилю научного коллектива. Каждый научный коллектив по сложившимся традициям имеет свой профиль, квалификацию, компетентность. Такая специализация, способствующая накоплению опыта исследований, дает свои положительные результаты, повышается теоретический уровень разработок, качество и экономическая эффективность, сокращается срок выполнения исследования. Однако нельзя впадать в крайность, применяя этот принцип. Если допускать монополию в науке, то исключается соревнование идей. Это может снизить эффективность

научных исследований. Заказчику будет предоставляться научная продукция, которая не всегда может отражать наилучшие показатели.

Выполняя длительное время работу по узкоспециализированной тематике с устоявшейся методикой, некоторые научные работники теряют к ней интерес. Поэтому в коллективе может быть несколько (до 10%) непрофильных тем, не отличающихся резко от основной тематики коллектива. Это может вызвать энтузиазм, инициативу и прилив творческих сил в коллективе.

Важной характеристикой темы является ее осуществимость или внедряемость. При разработке темы следует оценить возможность ее окончания в плановый срок и внедрения в производственных условиях заказчика. Если это нельзя осуществить вообще или осуществить в сроки, которые не устраивают заказчика, то заведомо планируют разработку бросовых, неэффективных тем.

Обосновывая тему, научный работник должен хорошо знать производство и его запросы на данном этапе. Для этого необходимо организовывать командировки в крупные производственные объединения, управления, предприятия, занимающиеся внедрением.

Большое значение имеет посещение отраслевых и академических институтов, кафедр родственных вузов. Особую роль приобретают беседы с ведущими научными работниками, крупными специалистами-производственниками.

Существенно упрощается методика выбора тем в научном коллективе, имеющем научные традиции (свой профиль) и разрабатывающем комплексную проблему. В таких коллективах научные исследования выполняют не одиночки, а группы, специализирующиеся на разработке тем или вопросов. Здесь начинающий работник, как правило, получает тему, которая была обоснована ранее. Вероятность получить не актуальную, не новую, не эффективную тему исключена. При коллективной разработке научных исследований большую роль приобретают критика, дискуссия, обсуждение проблем и тем. В процессе дискуссии выявляются новые, еще не решенные актуальные задачи разной степени важности, объема, сроков разработки.

Все это создает благоприятные условия для участия студентов в научно-исследовательской работе. Выбор тем для магистерской работы не представляет какой-либо сложности.

После ознакомления с темой научный работник делает доклад руководителю и коллективу, в котором обосновывает постановку вопроса и его состояние на момент получения темы.

Эффективно на этом этапе подготовить 1—2 реферата, провести поисковый эксперимент, консультации с работниками НИИ и производства. Это позволит шире и глубже представить научно-исследовательскую тему.

Большое значение для выбора тематики имеет четкая формулировка общих задач заказчиком (министерством, ведомством и пр.).

Научный руководитель коллектива должен с большим вниманием отнестись к предложениям сотрудников, которые могут выставить ряд тем и вопросов. Перед окончательным решением целесообразно организовать широкую дискуссию.

При составлении общей программы исследований необходимо иметь в виду, что в процессе научных разработок возможны некоторые изменения в тематике. Определенная роль в этом принадлежит заказчику, который в зависимости от складывающейся производственной обстановки вносит коррективы, выдвигая на первое место первоочередные темы.

Важное значение при разработке общей программы исследования имеет выделение долгосрочных и краткосрочных исследований, фундаментальных и прикладных. Соотношение между ними зависит от многих факторов — требований заказчика, научного потенциала коллектива, наличия современного экспериментального оборудования, научного задела коллектива и его работоспособности и т. д.

Приведенные выше требования (критерии), предъявляемые к выбору тем, позволяют всесторонне оценить и установить пригодность их для данной научно-исследовательской организации.

Однако в период бурной НТР в процессе разработки тем, особенно долгосрочных, актуальность их и экономичность иногда могут изменяться в худшую сторону, а так как затраты на выполнение НИР возросли, то очень важным критерием при выборе тем является их перспективность, а следовательно, стабильность.

В данном случае одних субъективных методов оценки недостаточно. Первостепенное значение приобретают численные методы.

Для оценки перспективности тем применяют два метода — математический и экспертных оценок.

Математический метод основан на использовании различных показателей, определяющих перспективность исследований. Наиболее часто в прикладных темах применяют показатель перспективности K_n , в основе которого лежат экономические показатели: В последние годы при выборе тем все шире применяют методы экспертных оценок. Суть этого метода заключается в том, что планируемую тему оценивают специалисты-эксперты. Каждому эксперту выдается оценочная балльная шкала, с помощью которой он устанавливает баллы по теме.

После ответа экспертов на вопросы результаты обрабатывают различными методами. Наиболее простым является метод максимального балла — отдают предпочтение той теме, которая набирает наибольший суммарный балл. В данном случае тема является перспективной, если сумма баллов положительна. После всего этого тема еще раз рассматривается, обсуждается на заседании научного совета кафедры, факультета, лаборатории, НИИ, вуза и др., утверждается и принимается решение о работе над ней.

Каждое научное исследование после выбора темы начинают с тщательного изучения научно-технической информации.

Цель поиска, проработки, анализа информации — всестороннее освещение состояния вопроса по теме, уточнение ее (если это необходимо), обоснование цели и задач научного исследования.

Для ускорения поиска необходимо прибегнуть к помощи Казахского государственного института НТИ и областных центров НТИ.

В зависимости от оснащенности организации поиск производят самостоятельно (ручной способ, по перфокартам) или механизированно-автоматизированным отбором с привлечением специалистов НТИ.

Следует уделить внимание изучению различных литературных источников как в оригинале, так и по переводным изданиям. Анализ иностранной информации позволит исключить дублирование по исследуемой теме. Это требует от научного работника знания одного или двух иностранных языков (предпочтительны английский, немецкий, французский).

Без личного ознакомления с оригиналом или квалифицированным переводом базироваться на литературном анализе иностранной информации других авторов не рекомендуется, поскольку каждый автор прорабатывает литературу применительно к своей теме исследования. Решение этого вопроса в последнее время упрощается, поскольку из ЦНИИПИ и ВИНТИ можно получать обзоры, новости техники, экспресс-информацию по зарубежным исследованиям с высоким качеством переводов. Кроме непосредственно относящейся к теме информации, необходимо проработать основную литературу по родственным специальностям.

Так, при разработке темы по обоснованию режимов профилактических работ автомобилей, нужно проработать литературу по вопросам обоснования режимов профилактики железнодорожного, авиационного и других видов транспорта.

Очень важно ознакомиться с циклом дисциплин, близких к теме, анализ которых может быть полезен при разработке отдельных вопросов темы. Например, при разработке режимов профилактики автомобильной техники полезно ознакомиться с вопросами по физике (физика твердых тел, диффузия жидкости, газов и паров и т. д.), прикладной механике (анализ нагрузок, напряжений, деформаций) и др.

Для всестороннего анализа информационного материала необходимо ознакомиться с тематикой научных исследований, которые проводятся в автомобильно-дорожных вузах и факультетах, в отраслевых НИИ автомобильного транспорта. Прорабатывая архивный материал этих организаций, нужно делать записи лишь необходимого по теме материала с указанием номера отчета, года, темы, исполнителей.

На стадии сбора и анализа информации полезны командировки в проектные учреждения, особенно на крупные передовые предприятия. Такие командировки позволяют выяснить, в какой степени исследуемая тема решается на производстве, на какие стороны темы следует обратить особое внимание, какие вопросы представляют первоочередной практический интерес. Желательно иметь мнение производственных коллективов по теме научного исследования.

После сбора литературных, архивных, производственных и других информационных данных и их обобщения полезно узнать

мнение крупных ученых. Они могут оказать существенную помощь в разработке темы и определении объема собираемой информации.

Таким образом, научный работник, прорабатывая тему, накапливает большое количество различной информации. В зависимости от наименования и научной значимости темы объем информации может достигать 100—200 наименований и более.

Для эффективного анализа этой информации необходимо знать методы ее учета, проработки и анализа.

Учет проработанной информации сводится к составлению библиографии. Библиография — это перечень различных информационных документов с указанием следующих определенных данных: фамилия и инициалы автора, название источника, место издания, издательство, год издания, объем источника в страницах. Например: Несвитский Я. И. Техническая эксплуатация автомобилей. — К.: Вища шк., 1971. — 342с.

Библиографический перечень составляют в алфавитном порядке по фамилиям авторов (для ускорения поиска нужной информации). Проработка информации сводится к ее изучению и запоминанию. Их нужно не только понять, но и запомнить текст на тот или иной период. Каждый научный работник должен владеть искусством запоминания.

Существуют различные способы запоминания.

Механический — основан на многократном повторении и заучивании прочитанного. При таком запоминании ("зазубривании") отсутствует логическая связь между отдельными элементами. Этот способ наименее эффективен, он применим для ограниченных случаев — запоминание дат, формул, цитат, иностранных слов и др.

Установлено, что тренировка памяти многочисленными повторениями малоэффективна. Память должна базироваться не на формальном восприятии, а на активной мыслительной деятельности прорабатываемой информации. Запомнить — значит мыслить. Это основа эффективности памяти, повышение производительности умственного труда.

Логически-смысловой способ основан на запоминании логических связей между отдельными элементами. При чтении необходимо понять не отдельные элементы, а весь текст в целом, его смысл, направленность, значение. Часто достаточно быстро прочесть текст один раз, чтобы его запомнить. Однако при этом особое

внимание необходимо уделять логическим связям. Логическо-смысловой способ запоминания во много раз эффективнее механического.

Произвольный способ запоминания основан на применении различных мнемонических приемов. Наиболее распространен выборочный мнемонический прием. Перед проработкой информации задаются целью — запомнить лишь конкретный материал (в зависимости от прорабатываемой цели), например, технологическую последовательность диагностирования рулевого управления автомобиля и т. д. Такая направленность, установка упрощает запоминание интересующего нас материала. Иным мнемоническим приемом является временная направленность, т. е. потребная продолжительность запоминания. Так, студент силой воли заставляет себя запомнить больше материала на короткий срок с целью сдать экзамен. Обычно такой материал хранится в памяти короткий срок. Научный работник заставляет себя надолго запомнить материал, который хранится в памяти весь период разработки темы.

Этот метод основан на формуле: какая направленность (установка), такое и запоминание. Он эффективен лишь при использовании логико-смыслового приема.

Непроизвольный способ основан на случайном запоминании (без намерения, установки) отдельных фрагментов текста, обусловленном возникшими эмоциями в процессе чтения.

Мы запоминаем полно и надолго не только тогда, когда этого хотим, но и тогда, когда нет такого желания, что случается при активном, творческом чтении.

Текст хранится в памяти определенное время. Постепенно он начинает забываться. Вначале после восприятия информации процесс забывания происходит наиболее быстро, со временем темп его замедляется. Так, в среднем через один день теряется около 23—25% заученного, через пять дней — около 35% и через десять дней — 40%.

Повторение — один из эффективных способов запоминаний. Повторение бывает пассивным (перечитывается несколько раз) и активным (перечитывается с пересказом). Второй способ более эффективный, в нем сочетается заучивание и самоконтроль. Иногда полезно совмещать активное повторение с пассивным.

Чтобы лучше запомнить, нужно правильно выбрать время для повторения. Учитывая характер нужно не только понять, но и

запомнить текст на тот или иной период. Каждый научный работник должен владеть искусством запоминания.

Существуют различные способы запоминания.

Механический — основан на многократном повторении и заучивании прочитанного. При таком запоминании ("зазубривании") отсутствует логическая связь между отдельными элементами. Этот способ наименее эффективен, он применим для ограниченных случаев — запоминание дат, формул, цитат, иностранных слов и др.

Установлено, что тренировка памяти многочисленными повторениями малоэффективна. Память должна базироваться не на формальном восприятии, а на активной мыслительной деятельности прорабатываемой информации. Запомнить — значит мыслить. Это основа эффективности памяти, повышение производительности умственного труда.

Логически-смысловой способ основан на запоминании логических связей между отдельными элементами. При чтении необходимо понять не отдельные элементы, а весь текст в целом, его смысл, направленность, значение. Часто достаточно быстро прочесть текст один раз, чтобы его запомнить. Однако при этом особое внимание необходимо уделять логическим связям. Логически-смысловой способ запоминания во много раз эффективнее механического.

Произвольный способ запоминания основан на применении различных мнемонических приемов. Наиболее распространен выборочный мнемонический прием. Перед проработкой информации задаются целью — запомнить лишь конкретный материал (в зависимости от прорабатываемой цели), например, технологическую последовательность диагностирования рулевого управления автомобиля и т. д. Такая направленность, установка упрощает запоминание

Иным мнемоническим приемом является временная направленность, т. е. потребная продолжительность запоминания. Так, студент силой воли заставляет себя запомнить больше материала на короткий срок с целью сдать экзамен. Обычно такой материал хранится в памяти короткий срок. Научный работник заставляет себя надолго запомнить материал, который хранится в памяти весь период разработки темы.

Этот метод основан на формуле: какая направленность (установка), такое и запоминание. Он эффективен лишь при использовании логико-смыслового приема.

Непроизвольный способ основан на случайном запоминании (без намерения, установки) отдельных фрагментов текста, обусловленном возникшими эмоциями в процессе чтения.

Мы запоминаем полно и надолго не только тогда, когда этого хотим, но и тогда, когда нет такого желания, что случается при активном, творческом чтении.

Текст хранится в памяти определенное время. Постепенно он начинает забываться. Вначале после восприятия информации процесс забывания происходит наиболее быстро, со временем темп его замедляется. Так, в среднем через один день теряется около 23—25% заученного, через пять дней — около 35% и через десять дней — 40%.

Повторение — один из эффективных способов запоминаний. Повторение бывает пассивным (перечитывается несколько раз) и активным (перечитывается с пересказом). Второй способ более эффективный, в нем сочетается заучивание и самоконтроль. Иногда полезно совмещать активное повторение с пассивным.

Чтобы лучше запомнить, нужно правильно выбрать время для повторения. Учитывая характер, каждый источник должен быть тщательно проработан. Поэтому очень важно уметь работать над книгой. Чтение, проработка информации — нелегкое дело.

Первым условием эффективной проработки документов является установка, т. е. цель чтения, направленность. Она активизирует мышление, повышает память, помогает понять читаемое, делает восприятие более точным. Этот психологический фактор требует от работника заранее создать определенное настроение для осмысливания читаемого, настроить себя "на определенную волну".

Проработка научно-технической информации требует творческого подхода, для чего необходимо вдохновение. Оно повышает эффективность проработки информации. Но даже если нет вдохновения, нужно усилием воли заставить себя работать над книгой творчески.

Внимание, сосредоточенность над текстом во многом определяют качество проработки информации.

В процессе чтения действуют различные раздражители — музыка, шум, разговоры, собственные мысли и пр. Они независимо от

воли человека действуют на центральную нервную систему, ухудшают условия мышления. При определенном уровне шума наше внимание отвлекается, быстрее наступает утомление и качество усвоения информации существенно ухудшается.

Поэтому, чтобы повысить работоспособность умственного труда, различные помехи следует устранить. Некоторые читатели полагают, что шум, музыка им не мешают. Это не совсем так. Если помехи и не замечаются сознанием, то их фиксирует нервная система. Особо заметна роль помех при проработке сложной НТИ.

Вместе с тем, как показывают психологические опыты, работа в полной изоляции от внешней среды также не оптимальна. В качестве помех в таких случаях являются собственные мысли, отвлечения. Без напряжения мысли и воображения эффективность проработки информации снижается.

Самостоятельность труда — важный фактор работы над информацией. Каждая страница должна быть неторопливо проанализирована, обдумана применительно к поставленной цели. Только вдумчивый, самостоятельный анализ прочитанного позволит убедиться в своих суждениях, закрепить мысль, понятие, представление.

Очень важным фактором при проработке литературы является настойчивость и систематичность. Часто, особенно при чтении сложного нового текста четко осмыслить его с первого раза невозможно. Приходится читать и перечитывать, добиваясь полного понимания изложенного.

Последовательное, систематическое чтение улучшает усвоение прорабатываемого материала. Отвлечение срывает, расстраивает логически настроенную мысль, приводит к утомлению.

Систематическое усидчивое чтение по плану, с обдумыванием и анализом прочитанного намного производительнее бессистемного чтения.

Производительность проработки информации существенно зависит от умственной работоспособности. Последняя — от умения правильно распределить свою работу во времени, умело использовать физиологические перерывы. После 1—2 часов работы рекомендуется делать перерывы на 5—7 минут, физические упражнения, обтирание тела и лица водой или усиленное глубокое дыхание. Все это стимулирует центральную нервную систему и повышает работоспособность. Иногда при чтении полезно отключиться на 2—3 минуты.

Прорабатывая текст, необходимо добиваться, чтобы каждое место было понятно. В отдельных случаях, материал лучше повторить в день чтения или же на следующий день, а затем повторять только периодически и лишь то, что представляет наибольший интерес. Небольшой по объему текст лучше повторить полностью. Большие тексты вначале осваивают в целом, затем повторяют особо трудные фрагменты.

Неотъемлемым требованием проработки НТИ является запись прочитанного. Она позволяет лучше его понять и усвоить; удлинить процесс восприятия информации, следовательно, лучше запомнить; восстановить в памяти забытое; развить мышление, проанализировать текст; отобрать наиболее важные фрагменты информации для разрабатываемой темы.

Однако запись требует дополнительного времени. Часто ее выполняют неправильно. Так, очень краткая запись объединяет проработанную информацию. Наоборот, излишняя подробность в записи означает не только трату времени, но и неумение понять и отразить главное. Иногда при записи основное подменяется второстепенным или искажается смысл текста. Поэтому очень важно уметь правильно записать проработанный текст.

Прорабатывая НТИ, применяют выписки, аннотации, конспекты.

Выписки — краткое (или полное) содержание отдельных фрагментов (разделов, глав, параграфов, страниц) информации. Ценность выписок очень высока. Они могут заменить сплошное конспектирование текста; краткость их позволяет в малом объеме накопить большую информацию. Удачно отобранная выписка может быть основой для дальнейшей мыслительной, творческой деятельности научного работника.

Аннотация — это сжатое содержание первоисточника. Аннотации составляют на данный документ информации в целом. Их удобно накапливать на отдельных картах по различным вопросам прорабатываемой темы. С помощью аннотаций можно быстро восстановить в памяти текст.

Конспекты — это подробное изложение содержания информации. Главное в составлении конспекта — это уметь выделить рациональное зерно применительно к разрабатываемой теме. Конспект должен быть содержательным, полным и по возможности кратким. Полнота записи означает не объем, а все то, что является главным в данной информации.

Для того чтобы конспект был кратким, необходимо текст составлять своими силами, что требует осмысливания, анализа прочитанного, следовательно, приносит большую пользу. При этом следует применять сокращение слов, но так, чтобы не был потерян смысл. Не рекомендуется, например, сокращать подряд несколько слов. В сокращенном тексте следует сохранить все знаки препинания. Эффективно каждому научному работнику иметь свой словарь сокращений.

Конспект должен быть правильно оформлен. Каждое произведение желательно законспектировать в отдельной тетради. Запись необходимо вести только с одной стороны листа с полями около 1/4 ширины листа. Текст должен иметь абзацы и иерархическое деление на пункты 1, 2, 3, ... и а, б, в, г, ... Для выделения главных мыслей нужно применять подчеркивание сплошной или пунктирной линией.

Иногда конспект необходимо дополнить новым материалом, своими предложениями, анализом и т. д. По тексту ставят номера, которыми отмечают соответствующие дополнения на полях или обратной (чистой) странице листа.

Существуют два способа составления конспектов.

Первый — подобранная информация по данной теме прорабатывается последовательно. Вначале составляют конспект на каждую информацию, а затем все объединяют в одно обзорное произведение. Хотя этот способ наиболее распространен, однако он не достаточно эффективен, т. к. требует большой затраты времени;

Второй — выборочный. Подобранную для проработки информацию располагают в ряд по степени полноты, актуальности, новизны. Вначале прорабатывают самую полную современную информацию с высоким научным уровнем. С помощью оглавления составляют полный план темы. Далее приступают к беглой проработке менее важной, второстепенной информации, дополняя ею план основного первоисточника. В случае повторения второстепенную информацию опускают. Второй способ сокращает время на подготовку обобщенного конспекта.

Анализ прорабатываемой информации — одна из важнейших задач.

Всю информацию необходимо классифицировать и систематизировать. Источники можно систематизировать в хронологическом порядке или по тематике анализируемых вопросов.

В первом случае всю информацию по теме систематизируют по этапам. Для этого целесообразно в истории разработки данной темы

выделить научные этапы, которые характеризуются качественными скачками.

На каждом этапе литературные источники нужно подвергнуть тщательному критическому анализу. Для этого необходимо иметь определенную эрудицию, уровень знаний. При таком критическом анализе различные идеи, факты, теории сопоставляют друг с другом. Ценным является умение научного работника установить этап в истории исследуемого вопроса, определить рубеж, после которого в данной теме появились идеи, качественно изменившие направление исследований.

В процессе активного анализа возникают собственные соображения и мнения, выявляются наиболее актуальные вопросы, подлежащие исследованию в первую и вторую очередь, формируются представления. Все это постепенно формирует фундамент будущей гипотезы научного исследования.

Бывают случаи, когда в процессе аналитического обзора научный работник лишь перечисляет авторов и приводит аннотации их работ, не высказывая при этом своего мнения. Такой пассивный, формальный обзор информации совершенно недопустим.

Иным вариантом анализа является тематический. Весь объем информации систематизируют по вопросам разрабатываемой темы. При этом рассматривают последние издания НТИ, по возможности монографии, в которых подведен итог исследований по данному вопросу. Дополнительно выборочно анализируют источники, представляющие особый интерес.

Второй вариант обзора более простой, его чаще применяют, он требует меньше затрат времени. Однако он менее полно позволяет проанализировать имеющуюся по теме информацию.

Руководящей идеей всего анализа информации должно быть обоснование актуальности и перспективности предполагаемой цели научного исследования.

Каждый источник анализируют с точки зрения исторического научного вклада в решение и развитие данной темы. При этом тщательно разбирают роль теории эксперимента и ценность производственных рекомендаций.

По результатам проработки информации делают методологические выводы, в которых подводят итог критического анализа. В выводах должны быть освещены следующие вопросы: актуальность и новизна темы; последние достижения в области теоретических и экспериментальных исследований по теме, важнейшие

наиболее актуальные теоретические и экспериментальные задачи, а также производственные рекомендации, подлежащие разработке в данный момент; техническая целесообразность и экономическая эффективность этих разработок.

На основе указанных выводов формулируют в общем виде цель и конкретные задачи научного исследования. Обычно количество задач, подлежащих исследованию по теме одним научным работником, колеблется от 3 до 8. При этом важная роль принадлежит научному руководителю. Он ограничивает и направляет поиск, помогает разобраться (особенно начинающему научному работнику) в огромном потоке информации, отбросить второстепенные источники.

Выводы: При разработке темы исследования выдвигается конкретная задача в исследовании — разработать новую конструкцию, прогрессивную технологию, новую методику и т. д. Выбору тем предшествует тщательное ознакомление с отечественными и зарубежными источниками данной и смежной специальности. Постановка (выбор) проблем или тем является трудной, ответственной задачей и включает в себя ряд определенных этапов. Важнейшее требование: тема должна быть экономически эффективной и иметь значимость.

Научное исследование начинают с тщательного изучения научно-технической информации. Цель поиска, проработки, анализа информации — всестороннее освещение состояния вопроса по теме, ее уточнение, обоснование цели и задач научного исследования. Анализ прорабатываемой информации — одна из важнейших задач. По результатам проработки информации делают методологические выводы, в которых подводят итог критического анализа. На основе указанных выводов формулируют в общем виде цель и конкретные задачи научного исследования.

Практическое задание:

1. Изучить теоретический материал.
2. Составить личный тезаурус¹ «Выбор темы научного исследования».
3. Из пройденных дисциплин произвести научное исследование на любую выбранную тему.

¹ Тезаурус - собрание сведений, полномерно охватывающие понятия, определения и термины специальной области знаний или сферы деятельности, инструмент для описания отдельных предметных областей.

Практическое занятие №2

«Метод мозгового штурма: история возникновения метода; варианты, основные этапы, правила проведения мозговой атаки»

Краткие теоретические сведения

1 История метода "мозговой штурм"

Основателем метода является американский психолог - исследователь Алекс Осборн. В 1953 году он впервые описал классическую процедуру мозгового штурма в книге «Управляемое воображение: принципы и процедуры творческого мышления».

Осборн был соучредителем компании BBD&O, занимавшей рекламой, и для развития креативного мышления и неординарных способностей своих сотрудников, он разработал оригинальный метод поиска новых идей и решений - мозговой штурм. Его примеру последовали и специалисты в области бизнес-образования, и к началу 60-х годов метод начали использовать для обучения студентов в американских и европейских бизнес-школах, а уже после метод приобрел популярность во многих других государствах.

Есть мнение, что первыми кто придумали мозговой штурм были викинги. В экстренных и опасных для экипажа корабля ситуациях, капитан собирал всех викингов на палубе и каждый из них предлагал способ решения возникшей проблемы. Чтобы избежать влияния авторитета старших по званию на младших начинал высказывать идеи юнга, а заканчивал и принимал решение капитан.

Существует очень запоминающаяся по своей красоте и поучительности легенда, в которой автор "мозгового штурма" спасает целый экипаж. Легенда придает методу не только красивое название, но и героические нотки.

Еще будучи капитаном торгового судна морской офицер США Алекс Осборн, совершал рейс между Америкой и Европой для переправы из Америки военной техники и продуктов питания. В то время шла вторая мировая война и это была очень важная, сложная и рискованная задача. В один момент, на судно пришла радиограмма о надвигающейся атаке с подводной лодки неприятеля. Судно было

беззащитной мишенью против вооруженной лодки. Осборн принял мгновенное решение собрать свою команду на палубе и объявил о том, что скоро их можете не стать и поэтому они должны что-либо придумать. Один из членов экипажа предложил «гениальную» идею: когда экипаж увидит пенный след торпеды, мчащейся к борту судна, надо всем морякам встать у борта и дружно дунуть на торпеду, и она, как воздушный шарик, отвернет от судна (торпеда пробивает обшивку торговых судов и взрывается внутри судна)

Рейс закончился хорошо, но та удивительная идея матроса оказалась на самой деле гениальной. Осборн запатентовал изобретение. Изобретение состоит в том, что в борт корабля монтируется винт, который гонит вдоль борта струю воды, тем самым существенно уменьшает уязвимость судна - торпеда может изменить курс и скользнуть вдоль борта.

Осборн видел огромную потребность человечества в нововведениях, во всех областях деятельности, будь то политика, реклама, менеджмент и т.д.

2 Основные принципы метода

Основной принцип методологии заключается в принятии коллективного решения. Таким образом решаются две основные задачи:

- изучение и проверка новых идей с позиции эффективности
- объединение новых идей в новый эффективный процессный сценарий

Метод мозгового штурма основан на коллективной деятельности сотрудников. На совещаниях, в повседневной деятельности творческий потенциал руководителей и специалистов не раскрывается должным образом по ряду разнообразных внутренних барьеров человека: психологические, коммуникативные, социальные, педагогические и т.д.

В процессе дискуссии коллектива, мозговой штурм позволяет убрать эти барьеры (выйти за рамки своего же мышления), высвобождает творческую энергию, раскрывает потенциал, позволяет высказывать даже сумасшедшие идеи, приобщает людей к активному поиску неординарных решений поставленной задачи или проблемы.

Мозговой штурм является свободной формой дискуссии, где нет критики и осуждений другими участниками.

Успех проведения мозгового штурма зависит от соблюдения двух главных принципов. Один из них лежит в области теории синергетики.

Он заключается в следующем: при совместном обсуждении появляются идеи более высокого качества, чем при индивидуальной работе тех же людей. Это происходит потому, что идея, которую предлагает один человек может быть отвергнута только из-за недостаточной обоснованности, дорабатывается, развивается совместными усилиями, додумывается другими участниками и улучшается, становится более конструктивной и пригодной к осуществлению.

Второй принцип заключается в том, что если участники дискуссии находятся в состоянии генерирования идей, то такой процесс творческого мышления, ни в коем случае нельзя тормозить оценкой. В этом существенное отличие мозгового штурма от любой другого метода.

Итак, можно сделать вывод о том, что основой метода является преодоление стереотипов мышления и коммуникативных барьеров, т.е. обеспечение процесса генерации идей, без их критического анализа и обсуждения; успех проведения мозгового штурма основывается на принципе синергии и запрета остановки генерации идей субъективной оценкой.

2.2 Виды метода мозгового штурма

Существует достаточно много разновидностей мозгового штурма, большинство можно применять на деловых совещаниях для решения профессиональных задач. К ним относятся: обратный, теневой и комбинированный мозговые штурмы, брейнрайтинг, индивидуальный мозговой штурм, мозговой штурм на доске, мозговой штурм в стиле «Соло», визуальный мозговой штурм, мозговой штурм по-Японски.

1. Обратный мозговой штурм

Он больше подходит для создания чего-то нового, улучшенного. Например, создание новой услуги или разработки новой идеи, когда решаются две творческие задачи:

- выявление в существующих изделиях, услугах, идеях максимального числа недостатков;
- максимальное устранение этих недостатков во вновь разрабатываемом изделии или услуге.

Цель метода обратного мозгового штурма заключается в составлении наиболее полного списка недостатков рассматриваемого объекта или идеи, на которые обрушивается ничем не ограниченная критика.

В итоге обратного мозгового штурма у рассматриваемого объекта составляется максимально полный список недостатков, дефектов и потенциальных проблем, прогнозируются недостатки и трудности эксплуатации на 10-20 лет вперед, для того чтобы полученный список недостатков обеспечил наиболее длительную конкурентоспособность объектов.

2. Теневой мозговой штурм

Совсем не каждый человек может заниматься творческой деятельностью в присутствии посторонних лиц, а еще и при их вмешательстве. Поэтому при проведении дискуссий на деловом совещании бывает целесообразно создать условия одновременного присутствия и отсутствия. Это возможно с помощью теневого мозгового штурма.

Сеанс проводится двумя подгруппами генераторов идей. Одна из них - собственно генераторы – высказывают идеи вслух при соблюдении условий критики. Другая подгруппа – теневая следит за происходящим, но не принимает в обсуждении участия. Все участники записывают свои идеи, возникающие под воздействием обсуждения, проводимого активной подгруппой.

Выдвинутые генераторами идей и их решения, предложенные всеми участниками теневой подгруппы, передаются после завершения сеанса в группу экспертов, они оценивают идеи, развивают, комбинируют, т.е. творческий процесс в этой группе переходит в новую фазу.

3. Комбинированный мозговой штурм

Методы прямого/теневого/обратного штурма могут быть использоваться в разнообразных комбинациях.

Двойной прямой мозговой штурм заключается в том, что после проведения прямого мозгового штурма делается перерыв в течение 2-3 дней. Это делается для того, чтобы во время перерыва у

участников включилось подсознание, которое синтезирует неожиданные фундаментальные идеи.

Обратно – прямой мозговой штурм используют для прогнозирования развития мозгового штурма. Сначала с помощью обратного мозгового штурма выявляют все недостатки и плохо проработанные или недостаточно обоснованные стороны существующего объекта, идеи и выделяют среди них главные. Затем проводят обратный мозговой штурм с целью устранения выявленных главных недостатков и разрабатывают проект принципиально нового решения. С целью увеличения времени для прогнозирования этот цикл стоит повторить.

4. Брейнрайтинг

Этот метод основан на том, что все идеи в этой технике мозговой атаки выражают не вслух, а в письменной форме. Участники пишут свои идеи на листках бумаги и затем меняются написанным друг с другом. Идея соседа становится стимулом, а также началом для новой идеи, которая вносится в полученный листок и передается дальше. Участники обмениваются листками в течение 15 минут.

5. Индивидуальный мозговой штурм

Этот метод практически не отличается от метода коллективного мозгового штурма, он проводится по тем же правилам, только сеанс проводится одним специалистом. Он все делает сам, генерирует идеи, сам их регистрирует, часто сам делает оценку своих идей. По времени сеанс длится 3-10 мин. Все возникшие идеи обязательно фиксируются на бумаге. К оценке лучше приступать примерно через неделю, не сразу.

Для успешного применения индивидуального мозгового штурма необходимо научиться задавать самому себе вопросы с возможными альтернативными ответами.

Некоторые исследования доказали, что индивидуальный мозговой штурм бывает эффективнее группового, он производит больше, а зачастую и качественнее идеи.

6. Мозговой штурм на доске

Суть метода заключается в возможности сотрудников размещать свои идеи на протяжении определенного периода времени на специально оборудованную доску, расположенную в отдельном помещении, где проводят совещания. Доску лучше

разместить в самом заметном месте, а в центре доски большими яркими буквами написать возникшую проблему.

7. Мозговой штурм «соло»

Отличительной особенностью является возможность воспользоваться методом в одиночку, при этом оставляя за собой возможность использовать его в командной работе. В индивидуальном подходе использования необходимо создать для себя картотеку и заносить в нее удачные и не удачные на взгляд инициатора идеи. Собранные идеи необходимо рассортировать и выбрать из них наиболее эффективную для решения имеющейся проблемы.

8. Визуальный мозговой штурм

Обычно, в период проведения мозгового штурма, идеи появляются быстро, одна за другой. Их необходимо успеть зафиксировать и не потерять темп размышлений.

Основные принципы визуальной мозговой атаки:

- Скорость и гибкость мышления
- Отсутствие преждевременной критики
- Быстрая реакция

9. Мозговой штурм по-японски

Существует японская (кольцевая) система принятия решений — «кингисё», суть метода заключается в том, что на рассмотрение готовится проект новшества. Обсуждение происходит по составленному руководителем списку. Каждый, по очереди должен просмотреть предлагаемое решение и дать свой комментарий в письменном виде. После этого проводится совещание, приглашаются те специалисты, чье мнение не понятно руководству. Эксперты выбирают свое решение в соответствии с индивидуальными предпочтениями. И если они не совпадают, то возникает вектор предпочтений, который определяют с помощью одного из следующих принципов:

а) большинства голосов — выбирается решение, имеющее наибольшее число сторонников;

б) диктатора — за основу берется мнение одного лица.

Этот принцип характерен для военных организаций, а также для принятия решений в чрезвычайных обстоятельствах;

в) принцип Курно используется в том случае, когда коалиций нет, т.е. предлагается число решений, равное числу экспертов.

г) принцип Пяreto используется при принятии решений, когда все эксперты образуют единое целое, одну коалицию.

д) принцип Эджворта используется в том случае, если группа состоит из нескольких коалиций, каждой из которых невыгодно отменять свое решение.

3 Процесс принятия решения методом мозгового штурма

3.1 Этапы проведения мозгового штурма

Творческое мышление, как правило, проходит три стадии:

- генерирование идей, их формулировка;
- оценка или анализ этих идей;
- использование идеи для решения конкретной проблемы или ситуации.

В мозговом штурме данные стадии разделены. На первом этапе реализуется только первая функция, так как если предложенная идея сразу же будет осуждена, то у автора идеи наступит так называемый «аналитический паралич», который приведет к резкому снижению потока предложений.

Итак, мозговой штурм состоит из следующих этапов:

- подготовительный
- генерирование идей
- заключительный – анализ и оценка идей

Подготовительный этап

В первом этапе происходит подготовка и организация процесса мозгового штурма. В процессе делового совещания назначается ведущий, который отвечает за организацию и процедурную часть работы. Его функции:

- Формулировка цели и коррекция задачи;
- Подбор участников для последующих этапов работы;
- Решение организационных вопросов (подготовка помещения, техники, флип-чарта, доски или транспаранта, распределение ролей среди участников и т.п.)

Обычно, участников мозгового штурма делят на 2 группы: «генераторы» - это люди с позитивным мышлением, которые обладают яркой фантазией, они способны быстро подхватывать чужие идеи и развивать их. И группа «аналитики» - это люди, которые обладают хорошими знаниями в исследуемом вопросе, т.е.

специалисты, способные критически оценить предложенные идеи. Эта группа оценивает разработанные идеи на основе разработанной ситуации. Бывает, что создается и третья группа – «генераторы контридей»

В начале необходим так называемый разогрев минут на 15, чтобы мыслительный процесс вошел в нужный темп.

Этап генерирования идей

Оптимальный состав группы от 5 до 15 человек. Сам процесс генерирования идей длится примерно 15-20 мин. Однако полная продолжительность штурма составляет около 1,5-2 часа.

Участники совещания могут предложить огромное количество идей, поэтому все идеи записываются или стенографируются.

Важным фактором проведения мозгового штурма являются особые условия его проведения, базирующихся на правилах:

- отсутствие всякой критики
- поощрение предполагаемых идей
- равноправие участников мозгового штурма
- свобода ассоциаций и творческого воображения
- творческая атмосфера на «игровой поляне» делового совещания
- обязательная фиксация всех высказанных идей
- время для инкубации (группе нужно дать время – час, день, неделю или месяц, чтобы обдумать идеи и затем рассмотреть альтернативные подходы или новые предложения к уже имеющемуся списку)

Руководитель штурма во время генерирования идей обеспечивает психологическую поддержку участников совещания и на протяжении всего штурма вводит «генераторов» в состояние максимальной творческой активности.

Заключительный этап – подведение итогов мозгового штурма

Первая задача «аналитиков» - произвести анализ проблемы, затем систематизировать и классифицировать идеи по группам в соответствии с признаками, по которым их можно объединить. Потом осуществляется оценка идей на реализуемость. Затем из всех идей выбирают самые оригинальные и рациональные, а потом выбирается оптимальная идея с учетом поставленной задачи, диагностики ситуации и анализа проблемы, прогнозирования возможных трудностей. В конце составляется окончательный список практически используемых идей.

3.2 Достоинства и недостатки метода мозгового штурма

Мозговому штурму также как и многим другим коллективным методам принятия решений свойственны определенные достоинства и недостатки.

Самое важное преимущество мозгового штурма является то, что во время мозгового штурма поощряется творческое мышление и генерирование идей проходит в комфортной творческой атмосфере.

Все участники увлечены ходом генерирования идей и их обсуждением, они чувствуют себя равноправными. Этому методу присуще раскованность, интуиция, воображение, неординарность, выход за пределы стандартного мышления. А вот отсутствие эмоционального «огонька», рутинность и алгоритмичность не допускаются.

Чужие идеи дорабатываются, развиваются и дополняются, уменьшается шанс упустить конструктивную идею.

Мозговой штурм – это простой метод, который легко принимается и легко применяется на деловом совещании.

Имеются и недостатки мозгового штурма.

В связи с тем, при мозговой атаке поощряется генерирование любых идей, даже фантастических, часто его участники уходят от поставленной задачи. В потоке разнообразных предложений бывает порой довольно трудно найти подходящую идею. Так же метод не гарантирует тщательную разработку предлагаемой идеи. Так как из-за высокой степени вовлеченности участников совещания ответственность за конечный результат несут все, и если идеи есть у всех, затраты времени на их обсуждение возрастают.

При слабой командной работе, участники совещания могут быть не довольны эффективностью своей деятельности. Кроме того, многие участники могут настаивать на своем авторстве обсуждаемых идей и предпочитают быть лидерами творческого процесса за счет тех, кто менее развит и подготовлен.

Может возникнуть трудность в выборе из большого количества идей нужную и подходящую идею для решения проблемы или задачи.

4 Синектика

Дальнейшим развитием метода мозгового штурма является синектика или «синектический штурм» - наиболее успешная за рубежом методик психологической активации творчества.

Идея этого метода состоит в том, чтобы объединить «творцов» в одну группу для совместной деятельности и решений конкретных креативных творческих задач. Понятие «синектика»- это целый большой комплекс инструментов и методов.

Метод основан на том, чтобы использовать мышление человека в момент его творческой активности. Когда люди объединены в группы, от них требует высказывать свои идеи, мысли и чувства по поводу поставленной творческой задачи. Нерациональная форма обсуждения является причиной проявления в памяти метафор, образов, символов.

Отличие синектики, от обычного метода мозгового штурма, заключается во влиянии группы на творческую активность людей. При этом внимание уделяется попыткам превзойти самого себя, отказу от стандартных подходов. Творческое соревнование имеет в группе участников в синектике большое значение, каждый стремится «взять на себя» наибольшую часть выдвигаемых творческих решений.

Людей в группы подбирают по эмоциональному типу, от которого зависит реакция человека и подход к решению поставленной задаче. Здесь обнаруживается еще одна существенные отличии синектики от мозгового штурма. Подбор группы генераторов мозгового штурма состоит в выявлении активных творцов, которые имеют хорошие знания. А вот эмоциональные типы этих людей особо не учитываются. В синектике же совсем наоборот. В синектике скорее будут выбраны два человека с одинаковыми знаниями и опытами, но абсолютно разные в эмоциональной сфере.

Синектика определяет творческий процесс как умственную активность в ситуации постановки и решении творческой задачи, где результатом является творческое или художественное решение. Обобщенно синектика включает в себя два базовых процесса:

Превращение незнакомого в знакомое

Превращение знакомого в не знакомое

Превратить знакомое в незнакомое – это означает перевернуть, переменить повседневный, рутинный, общепринятый взгляд и реакцию на вещи. Синектика полагает, что рассмотрение известного как неизвестного – основа творчества.

Цель синектики – направить спонтанную деятельность головного мозга и нервной системы участников совещания на решение поставленной проблемы.

Организация проведения сессии синектики (синектического заседания) заимствована из мозгового штурма, однако все же отличается от него использованием некоторых приемов психологической настройки в том числе очень активным применением аналогий.

При разработке идеи человеческий мозг осуществляет некую деятельность, представляющую собой систему различных действий. Это сбор и переработка информации, ее осмысление, генерирование идей, прогнозирование, принятие решений, их реализация, контроль. Импульс начала творческого процесса возможен ситуации выбора.

Чтобы идея появилась необходим инсайт или использование специальных технологий генерирования идей, к каким относится синектика. Чаще всего «инсайта» проявляется в работе хорошо тренированной, подготовленной группы, когда группа работает сплоченно, слаженно, фокусируясь на основе своих рассуждений по проблеме, а только потом пытаюсь сформулировать окончательные завершённые идеи и мысли.

Звеном между интуитивными и логическими процедурами мышления, является применение аналогий в творческом процессе. Используют различные аналогии для решения творческих задач: конкретные и абстрактные, аналогии живой и неживой природы и т.д.

В синектике существует последовательная цепочка действий:

- Разбор проблемы;
- Обсуждение вопроса (насколько проблема понята участниками);
- Определение главных трудностей и противоречий, препятствующих решению проблемы;
- Постановка наводящих вопросов;

- Поиск аналогий, позволяющих выразить заданную проблему в терминах, хорошо знакомых членам группы по опыту их работы;
- Превращение обычного в привычное;
- Развитие и формулировка перспективной идеи и ее упаковка в термины реальных действий.

От руководителя совещания зависит отбор выдвигаемых идей, от его профессионального и коммуникативного опыта, мобильности и находчивости, умения создавать творческую атмосферу и активность.

В синектике существует процесс организации творческой работы, включающий основные моменты:

- Первоначальная постановка проблемы;
- Анализ проблемы и сообщение необходимой вводной информации;
- Выяснение возможностей решения проблемы;
- Переформулирование проблемы;
- Совместный выбор одного из вариантов переформулированной проблемы;
- Выдвижение образных аналогий;
- Подгонка намеченных участниками синектического штурма подходов к решению или готовых решений к требованиям, заложенным в постановке проблемы.

В проведении синектического штурма, в реальной практике, участники стремятся незамедлительно, без соблюдения всех перечисленных синектических процедур найти решение проблемы.

Практическое задание:

1. Изучить теоретический материал.
2. Составить личный тезаурус «Метод мозгового штурма».
3. Разбиться на подгруппы по 2-3 человека и произвести мозговой штурм на тематику заданную преподавателем.

Практическое занятие №3
**«Представление результатов эксперимента в различных видах:
табличном, графическом, схемотехническом и т.д.»**

Краткие теоретические сведения

Табличная форма представления данных

При табличной форме представления данных результаты измерений в числовой форме записываются в ячейки двумерной таблицы и могут располагаться как в строках, так и в столбцах таблицы. Табличная форма является наиболее удобной как при автоматической, так и при ручной регистрации результатов измерений.

Ее преимуществом является возможность в компактной форме и с высокой точностью представлять и хранить большие объемы измерительной информации и, при необходимости, значения погрешности измерений, иную служебную и справочную информацию. Например, таблицы калибровки (градуировки) средств измерений, справочные таблицы и т.п. Табличный тип данных воспринимается практически всеми программами обработки данных, в том числе электронными таблицами, например MS Excel.

Табличная форма является также наглядной и информативной формой представления данных в случаях, когда необходимо представить или сравнить ограниченное количество разнотипных данных, особенно если эти данные высокой точности.

В ячейки таблицы записываются только числовые значения величин, при необходимости с указанием погрешности измерений. Единицы измерений указываются либо в одной ячейке с наименованием физической величины, либо в соседней строке (столбце). Способ записи единиц измерения в основном определяется тем, как эта таблица будет использоваться в дальнейшем, с помощью каких средств обработки данных.

Таблица 3.1 – Пример табличной формы записи результатов измерений

Технологический параметр	Единица измерения	Ток нагревателя, А		
		9,84	40,2	103
Удельная мощность	Вт/м ³	1090	2720	6850
Температура	С	246	310	580
Давление	МПа	12,7	18,4	42,4

При использовании табличных данных в текстовых документах форматирование таблицы обычно выбирается отличным от форматирования основного текста. Используются меньшие размеры шрифтов, меньшие межстрочные интервалы, часто применяют другой тип шрифта. Главным условием оформления таблиц является четкое компактное и структурированное представление табличного материала. Таблица не должна быть перегружена малоинформативной информацией.

Например, Таблица 3.1 более компактно и четко представляет данные измерений, чем Таблица 3.2. Указание величин погрешностей, приведенные в Таблице 3.2 являются необязательным, поскольку сведения о точности измерений уже отражены в форме представления численных данных самих физических величин.

Таблица 3.2 – Пример табличной формы записи измерений

№ п/п	Технологический параметр	Ток нагревателя, А	Удельная мощность, Вт/м ³	Температура, С	Давление, МПа
1	Значение параметра	9,84	1090	246	12
	Погрешность измерений, %	0,2	1,0	5	2,5
2	Значение параметра	40,2	2720	310	18
	Погрешность измерений, %	0,2	1,0	5	2,5
3	Значение параметра	103	6850	580	42
	Погрешность измерений, %	0,2	0,5	5	2,5

Графическая форма представления результатов измерений

Графическая форма представления измерительной информации является наиболее наглядной, доказательной, удобной для восприятия и анализа. С ее помощью легко показать выявленные в процессе измерений или расчетов закономерности поведения физических величин, сопоставить их теоретическими соображениями, продемонстрировать реальную погрешность измерений, обнаружить скрытые эффекты, которые часто невозможно выявить при табличном представлении данных.

За редкими исключениями графики служат не для представления численных значений измеренных величин, а для качественного анализа их поведения во времени или (и) под воздействием тех или иных факторов.

Существует много форм графического представления данных - различные типы диаграмм, гистограммы, графики. В технике наиболее распространены двумерные графики, показывающие зависимость какого - либо технического параметра (физической величины) от времени или от другого параметра, влияющего на эту зависимость других характеристик процесса или параметров окружающей среды. Трехмерные графики обычно используются в случаях, когда измеряемая величина определяется в результате совместных или совокупных измерений.

Диаграммы и гистограммы

Диаграммы - линейные, столбчатые, круговые, секторные и многих других типов, используются для демонстрации соотношения и сопоставления числовых значений различных показателей. в том числе экономических. Наиболее часто используются столбчатые диаграммы, по оси абсцисс которых с равномерным шагом указывается наименование показателей, а само значение показателя указывается в виде прямоугольников с равным основанием и с высотой, пропорциональной численному значению показателя (рисунок 3.1). Столбчатые диаграммы могут быть двумерными и трехмерными. В последнем случае третья координата используется для демонстрации изменения соотношения показателей при изменении некоторого параметра.

Различные виды фигурных диаграмм (круговые, секторные и др.) применяются для демонстрации в наглядной форме процентного соотношения между числовыми значениями различных показателей. В технике диаграммы в основном используются для сравнения и демонстрации технико-экономических показателей.

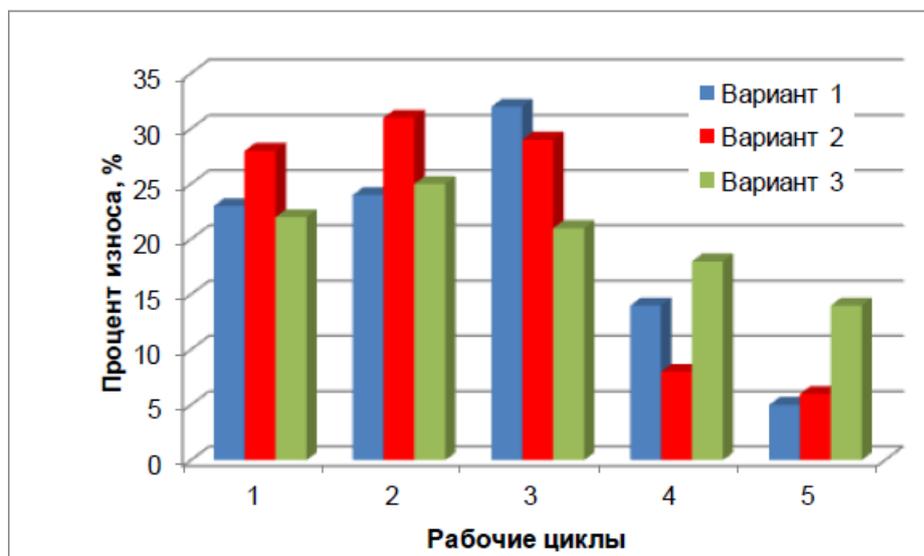


Рисунок 3.1 – Пример столбчатой диаграммы. Зависимость процента износа деталей в нескольких последовательных рабочих циклах для различных вариантов технологии их обработки

Гистограммы внешне являются разновидностью столбчатых диаграмм и используются для представления и анализа статистических данных. Гистограмма отражает распределение плотности вероятности нахождения случайной величины в некотором интервале значений, т.е. ее значение, усредненное по этому интервалу. Гистограммы позволяют наглядно представить тенденции изменения измеряемых параметров и зрительно оценить закон их распределения - центральное значение, ширину и форму функции распределения случайной величины.

Графики

Графики являются наиболее наглядным представлением зависимости значения физической величины от времени или от значения другой физической величины (параметра). Полученные в результате измерений значения физических величин показываются на графиках в виде отдельных точек или других условных знаков

или графических символов - маркеров (рисунок 3.2). На одном графике могут быть показаны зависимости нескольких физических величин от одного параметра. В этом случае каждой физической величине должен соответствовать свой тип условного обозначения.

Величина погрешности измерений указывается на графиках в виде доверительных интервалов (рисунок 3.2). По умолчанию принято, что величина доверительного интервала, указанного на графиках, определяется по уровню доверительной вероятности равной 0,5. В иных случаях график необходимо снабжать комментарием, в котором указывается - по какому уровню доверительной вероятности указан доверительный интервал. Достаточно часто, особенно в научных исследованиях, показанные на графике доверительные интервалы соответствуют полному диапазону изменений значения физической величины, наблюдавшемуся в нескольких повторных сериях измерений.

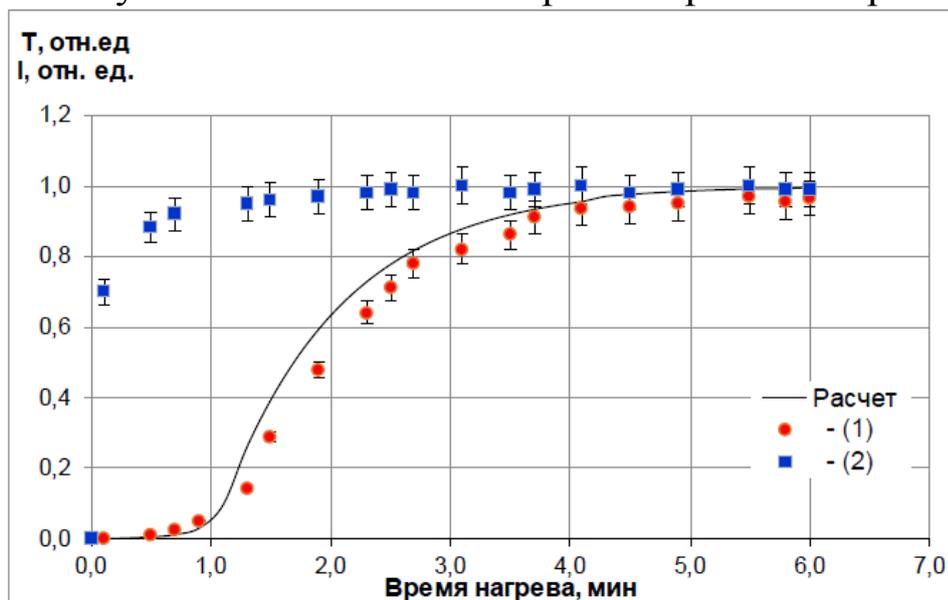


Рисунок 3.2 - График зависимости температуры поверхности Т - (1) и тока нагревателя I - (2) от времени нагрева. Сплошная линия - расчет температуры поверхности согласно математической модели.

Вертикальная планка доверительного интервала соответствует относительной погрешности 5%. Горизонтальные планки доверительного интервала отсутствуют, т.к. соответствующая погрешность мала. Данные измерений свидетельствуют о необходимости внесения поправок в использовавшуюся математическую модель

Доверительные интервалы на графиках указывают только при сравнительно небольшом количестве точек измерения. Если их

количество велико, то более наглядным и доказательным будет построение сглаживающей или аппроксимирующей кривой с указанием величины среднеквадратического отклонения.

Оформление графиков

При графическом представлении данных на диаграмме, гистограмме или графике обязательно должны быть указаны:

- наименование графика с указанием его содержания;
- наименование физических величин, представленных по осям графика, с указанием их единиц измерений;
- Легенда, т.е. расшифровка условных обозначений, используемых на графике. Чтобы не загромождать поле графика подробная расшифровка легенды обычно приводится в подрисуночной подписи.

• Если на графике представлена только одна последовательность измеряемых величин, то легенда не обязательна

Обозначение физических величин, откладываемых на осях графика, может быть символьным или текстовым, но в любом случае должно содержать соответствующие единицы измерения. Например: Сопротивление, Ом (или - R, Ом); Температура, К (или - T, К). При символьном обозначении используемый символ должен быть общеупотребителен, а его значение расшифровано в подписи к графику.

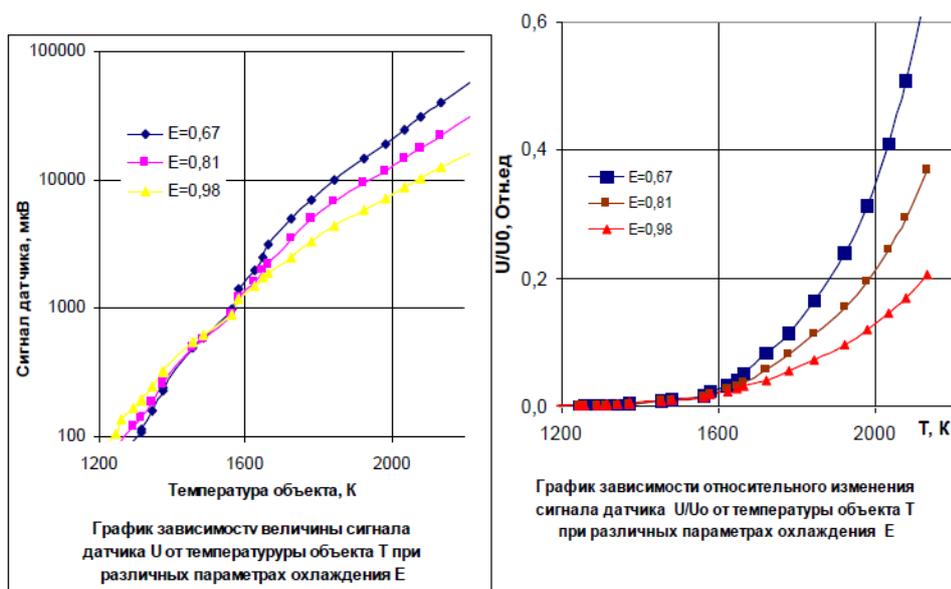


Рисунок 3.3 – Графики зависимости сигнала фотодатчика от температуры поверхности для трех значений параметра охлаждения E в линейном и логарифмическом масштабах

Если график предназначается для демонстрации характера взаимозависимости физических величин, а не их абсолютного значения, то на графике часто используют относительные единицы измерения (обозначение на графике - «Отн.ед.»). Т.е. показываются величины измеренных значений, отнесенные к какой-либо нормирующей величине, например, к максимальному значению

Наиболее часто используется линейный масштаб представления данных по координатным осям. Логарифмический масштаб используется в случаях, когда диапазон изменений физической величины по одной или двум координатным осям настолько велик, что линейный масштаб маскирует особенности поведения физических величин. Так при использовании логарифмического масштаба (рисунок 3.3) видно, что при температурах около 1500 К наблюдаются изменения в поведении экспериментальных кривых, которые не были заметны при линейном масштабе построения графика

Параметры координатной сетки и масштаб (шкала) представления данных выбираются из соображений наибольшей наглядности и доказательности представления данных. Нужно также помнить, что малый шаг координатной сетки загромождает поле графика и нужен только тогда, когда график служит целям представления числовых значений данных. Например, в случае построения градуировочных кривых.

Для улучшения наглядности представления данных измерений и более четкого выделения имеющихся закономерностей отдельные точки на графике можно соединять отрезками прямых линий или сглаживающими кривыми - линейными или кубическими сплайнами. При этом надо помнить, что соединительные линии визуально сами воспринимаются как данные измерений.

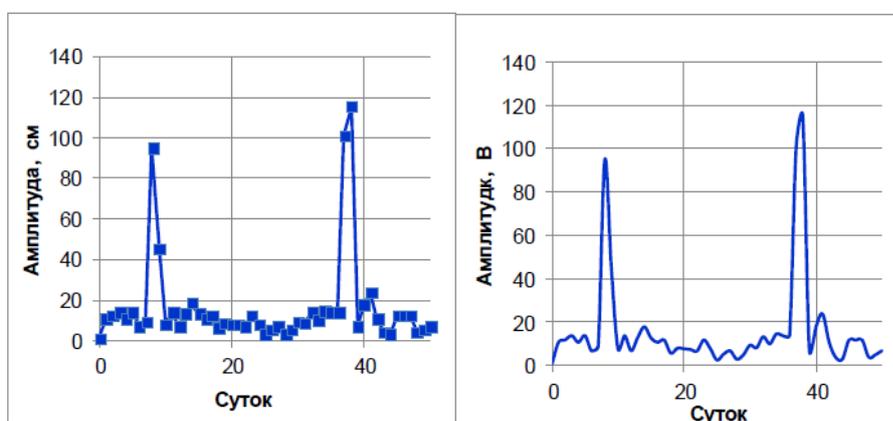


Рисунок 3.4 – Два варианта графиков изменения среднесуточной высоты прилива

Соединение отдельных точек на графике обычно используется в следующих случаях:

- Количество экспериментальных точек велико, а погрешность измерений мала, т.е. мал и разброс измеренных значений величины. (рисунок 3.4). В это случае выделение экспериментальных точек маркерами часто только загромождает график.

- Мы имеем дело с дискретными во времени отсчетами (наблюдениями) физической величины, причем временная зависимость носит в значительной степени статистический или случайный характер. Например, ежедневные колебания дневной температуры больного (рисунок 3.5), изменение курса валют. При этом выделение экспериментальных точки (данных) соответствующими маркерами может привести к снижению наглядности графика.

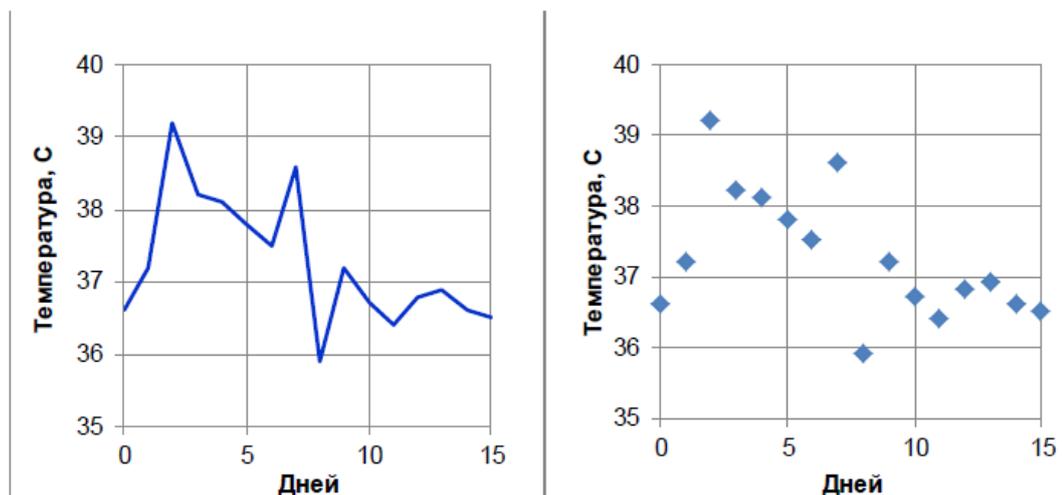


Рисунок 3.5 – Два варианта графиков изменения среднесуточной температуры пациента

Практическое задание:

1. Изучить теоретический материал.
2. Изучить самостоятельно какие еще бывают методы представления экспериментальных данных.
3. Составить личный тезаурус «Представление результатов эксперимента в различных видах».
4. Полученные результаты исследований в практических работах №1 и №2 представить в различных видах (таблицы, графики, схемы, алгоритмы и т.п.)

Практическая работа №4 «Математическая обработка экспериментальных данных»

Краткие теоретические сведения

Основные понятия математической статистики

Генеральной совокупностью называется совокупность всех наблюдений, которые могли быть сделаны при данном реальном комплексе условий измерений. Число членов, образующих генеральную совокупность, называется объемом генеральной совокупности N .

Генеральная совокупность является понятием модельным. Говоря о распределении случайной величины X в генеральной совокупности, мы можем делать различные предположения о функции распределения $F(x)$ случайной величины или о параметрах этой функции.

Выборочной совокупностью или просто выборкой объема n называется совокупность n объектов, отобранных из исследуемой генеральной совокупности.

Пусть имеется выборка результатов испытаний.

8,91	10,19	8,92	9,73	9,96
7,36	10,71	7,33	8,43	9,42
9,10	9,68	8,63	7,95	9,24
9,80	9,33	9,24	9,89	9,56
8,43	8,93	8,66	9,93	8,29
10,10	9,03	8,44	8,49	7,13
7,45	10,11	9,54	6,75	9,42
9,01	7,46	8,02	8,38	9,84
8,07	9,30	8,62	8,72	8,06
8,86	8,62	8,12	9,57	8,67
8,98	9,31	10,43	9,68	8,99
8,43	9,29	8,97	10,50	9,13
9,04	9,04	9,18	9,51	9,14
10,60	10,13	10,33	9,88	10,25
9,63	9,68	10,04	8,16	6,84
10,97	8,66	9,14	8,98	8,72
8,77	8,88	10,22	8,13	10,35
9,07	9,43	9,10	7,21	8,12
8,91	8,81	8,25	9,33	9,94
10,38	8,20	8,66	10,60	7,41

В данном примере объем выборки $n=100$.

Для того чтобы суждения о законах распределения случайной величины X или об их числовых характеристиках были объективны, необходимо, чтобы выборка была представительной (репрезентативной), т.е. достаточно хорошо представляла исследуемую случайную величину. В силу закона больших чисел можно утверждать, что выборка будет репрезентативной, если ее осуществить случайно: каждый объект выборки отобран случайно из генеральной совокупности, если все объекты имеют одинаковую вероятность попасть в выборку. Выборка считается большой, если ее объем $n > 30$.

Построение вариационного ряда

Пусть изучается некоторая дискретная или непрерывная случайная величина, закон распределения которой известен. Статистический материал, полученный в результате измерений представляют в виде таблицы, состоящей из двух строк, в первой из которых находятся расположенные в возрастающем порядке значения признаков (для дискретной случайной величины) или интервалов (для непрерывной случайной величины), а во второй – их частота n_i ; (число одинаковых значений дискретной случайной величины или число наблюдений в i -м интервале в случае непрерывной случайной величины). Такое представление признака и частот называется вариационным рядом.

На основе имеющейся выборки составляем интервальный статистический ряд.

Для выбора оптимальной длины интервалов h воспользуемся формулой: $h = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{l}$, где x_{\max} и x_{\min} – соответственно максимальное и минимальное значения признака x в выборке; l – количество интервалов, причём в данной работе мы будем использовать следующую формулу: $l = 5 \cdot \lg(n)$, где n – объём выборки.

Для нашего случая: $x_{\min} = 6,75$, $x_{\max} = 10,97$, $n = 100$.

Найдём количество интервалов: $l = 5 \cdot \lg(100) = 5 \cdot 2 = 10$.

Найдём длину интервалов (шаг):
 $h = (10,97 - 6,75) / 10 = 0,422 \approx 0,43$

Нижнюю границу первого интервала принимаем $x_0 = x_{\min} = 6,75$.

Зная нижнюю границу первого интервала x_0 и длину интервала h , построим весь интервальный ряд.

Проанализируем каждое значение имеющейся выборки на факт попадания в определённый интервал, а число значений, попавших в интервал, запишем в столбец «Частота n_i » таблицы 1. Проведём проверку полученных значений частот: $\sum n_i = n = 100$.

Найдем середину каждого интервала, используя формулу: $x_i = \frac{x_{\text{кон.}} + x_{\text{нач.}}}{2}$, где $x_{\text{кон.}}$ и $x_{\text{нач.}}$ – конечное и начальное значения определённого интервала. Результаты занесем в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 - Результаты

Интервалы	Середина интервала x_i	Частота n_i	
[6,75; 7,18)	6,97	***	3
[7,18; 7,61)	7,40	*****	6
[7,61; 8,04)	7,83	**	2
[8,04; 8,47)	8,26	*****	14
[8,47; 8,9)	8,69	*****	14
[8,9; 9,33)	9,12	*****	24
[9,33; 9,76)	9,55	*****	14
[9,76; 10,19)	9,98	*****	12
[10,19; 10,62)	10,41	*****	9
[10,62; 11,05)	10,84	**	2

Графическое изображение вариационных рядов

Для наглядности статистические ряды представляют графиками, наиболее распространёнными являются полигон и гистограмма. Полигон применяется для изображения как дискретных, так и интервальных статистических рядов, гистограмма – для изображения только интервальных рядов. Покажем построение этих графиков на примере.

Для построения гистограммы частот на оси абсцисс откладываем частичные интервалы значений случайной величины X , на каждом из

которых строим прямоугольник, высота которого равна соответствующей частоте интервала n_i . Если на гистограмме частот соединить середины верхних сторон элементарных прямоугольников, то полученная замкнутая ломаная образует полигон распределения частот (рисунок 4.1). По гистограмме приближённо определим моду.

Замечание: в теории вероятностей гистограмме и полигону относительных частот $w_i = \frac{n_i}{n}$ соответствует график функции плотности распределения. По виду полигона делают первоначальное предположение о законе распределения исследуемой случайной величины.

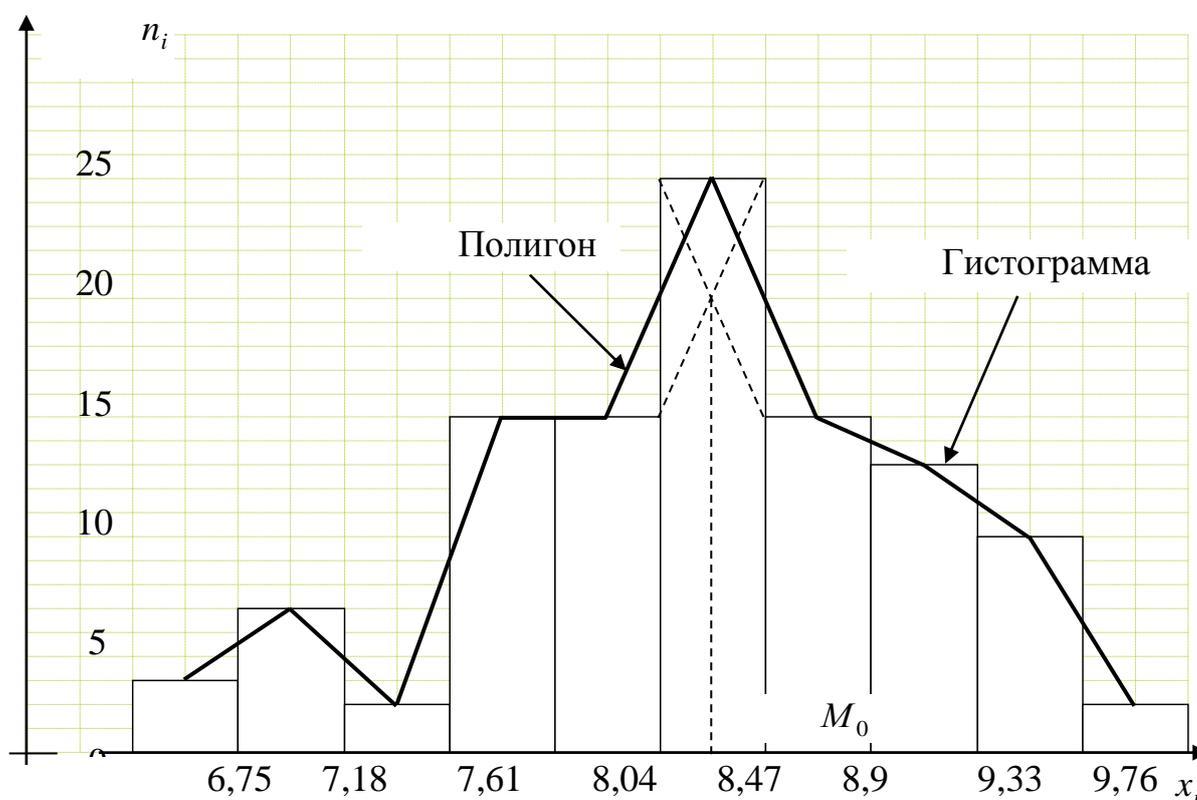


Рисунок 4.1 – Графическое изображение вариационного ряда

Эмпирическая функция распределения

Пусть известен статистический ряд количественного признака X . Введем обозначения: n_x – число наблюдений, при которых наблюдалось значение признака меньше x (накопленная частота); n – объем выборки; n_x/n – относительная частота события $X < x$ (относительная накопленная частота).

Эмпирической функцией распределения называют функцию $F^*(x)$, равную относительной накопленной частоте события $X < x$:

$$F^*(x) = W(X < x) = \frac{n_x}{n}.$$

В отличие эмпирической функции распределения выборки, интегральную функцию $F(x)$ распределения генеральной совокупности называют теоретической функцией распределения. Теоретическая функция распределения определяет вероятность события $X < x$: $P(X < x)$, эмпирическая – относительную частоту этого события. Вследствие закона больших чисел (теорема Бернулли) относительная частота события $X < x$, т.е. $F^*(x)$ стремится по вероятности к вероятности этого события, т.е. $F(x) \cdot F^*(x)$ обладает всеми свойствами $F(x)$, а именно:

- 1) $0 < F^*(x) < 1$;
- 2) $F^*(x)$ – неубывающая функция;
- 3) $F^*(x) = 0$ при $x \leq x_i$, x_i – наименьшая варианта;
- 4) $F^*(x) = 1$ при $x > x_i$, x_i – наибольшая варианта.

Эмпирическая функция распределения выборки служит для оценки теоретической функции распределения генеральной совокупности. В столбец «Накопленная частота» таблицы 4.2 запишем значения, полученные по формуле: $(n_x) = (n_x)_{i-1} + n_i$

Таблица 4.2 – Полученные значения

Интервалы	Середина интервала x_i	Частота n_i	Накопленная частота n_{x_i}	Относительная накопленная частота $\frac{n_{x_i}}{n}$
[6,75; 7,18)	6,97	3	3	0,03
[7,18; 7,61)	7,40	6	9	0,09
[7,61; 8,04)	7,83	2	11	0,11
[8,04; 8,47)	8,26	14	25	0,25
[8,47; 8,9)	8,69	14	39	0,39
[8,9; 9,33)	9,12	24	63	0,63
[9,33; 9,76)	9,55	14	77	0,77
[9,76; 10,19)	9,98	12	89	0,89
[10,19; 10,62)	10,41	9	98	0,98
[10,62; 11,05)	10,84	2	100	1,00

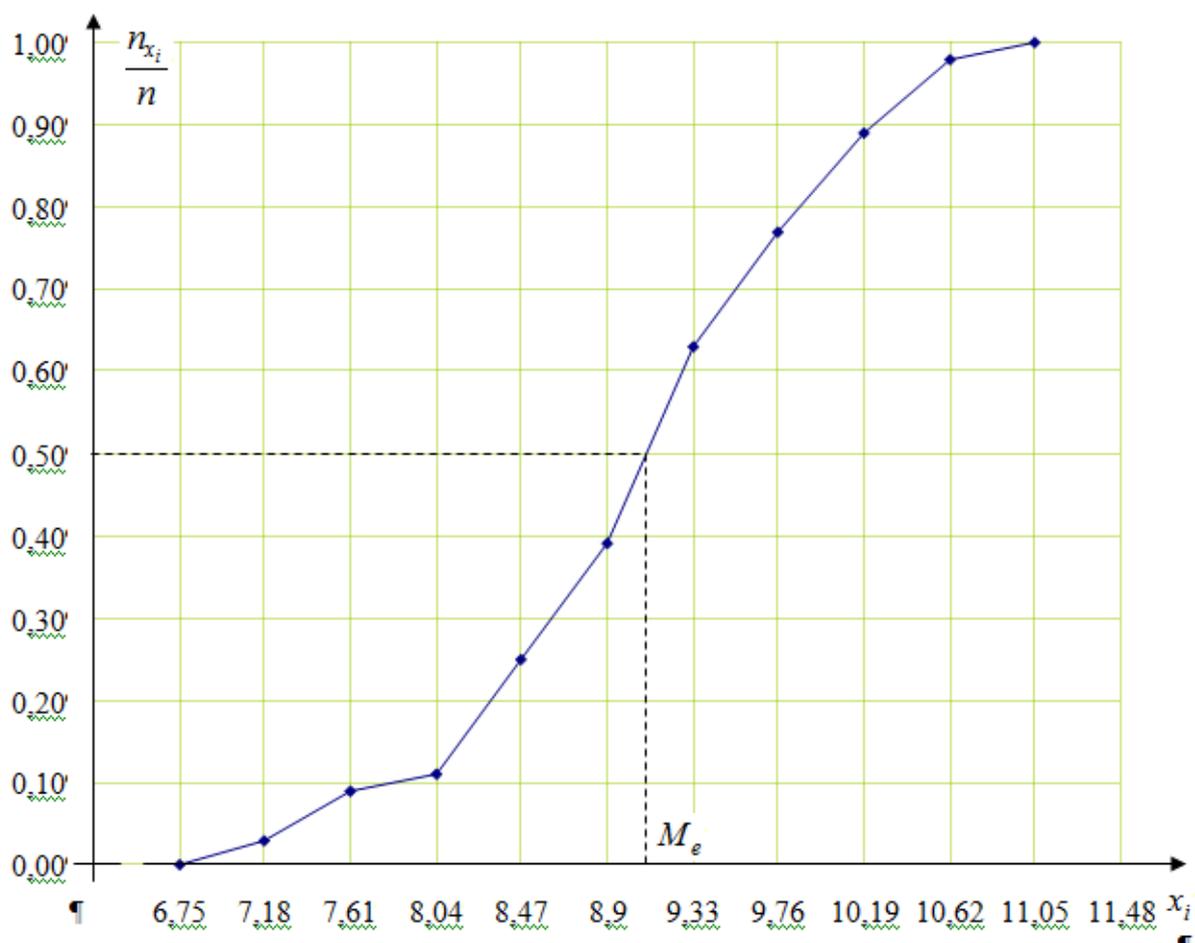


Рисунок 4.2 – График эмпирической функции распределения.

Для построения графика эмпирической функции распределения (кумуляты) на оси абсцисс откладывают интервалы, на оси ординат – относительные накопленные частоты, соответствующие правым границам интервала. $F^*(x)$ на левой границе первого интервала равна нулю. Кумулята представляет собой ломанную линию (рисунок 4.2). По кумуляте приближённо определим значение медианы.

Основные выборочные характеристики

К основным выборочным характеристикам относятся: средняя арифметическая, мода, медиана, дисперсия, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации, коэффициент асимметрии, эксцесса. Для определения перечисленных показателей удобно составить таблицу 4.3.

Таблица 4.3 – Основные выборочные характеристики

x_i	n_i	$x_i n_i$	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2 n_i$	$(x_i - \bar{x})^3 n_i$	$(x_i - \bar{x})^4 n_i$
6,97	3	20,90	-2,09	13,10	-27,38	57,22
7,40	6	44,37	-1,66	16,53	-27,44	45,54
7,83	2	15,65	-1,23	3,02	-3,72	4,57
8,26	14	115,57	-0,80	8,96	-7,16	5,73
8,69	14	121,59	-0,37	1,91	-0,71	0,26
9,12	24	218,76	0,06	0,09	0,01	0,00
9,55	14	133,63	0,49	3,36	1,65	0,81
9,98	12	119,70	0,92	10,16	9,35	8,60
10,41	9	93,65	1,35	16,41	22,15	29,91
10,84	2	21,67	1,78	6,34	11,28	20,09
		905,48		79,88	-21,97	172,73

В зависимости от характеризующих особенностей распределения обобщающие показатели можно разбить на три группы:

1. показатели центра распределения (центра группирования);
2. показатели степени рассеяния (вариации);
3. показатели формы распределения.

Показатели центра распределения

Для характеристики центра распределения в вариационном ряду используются:

- 1) Средняя арифметическая определяется по формуле:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i \cdot n_i),$$

где x_i – значение признака для дискретного ряда, середина интервала для интервального статистического ряда.

В нашем случае:

$$\bar{x} = \frac{905,48}{100} = 9,0548.$$

2) Мода – наиболее часто встречающееся значение признака. Для дискретного ряда мода – значение признака, соответствующего наибольшей частоте. Для интервального ряда мода вычисляется по следующей приближенной формуле:

$$Mo^* = x_{Mo} + h \frac{n_{Mo} - n_{Mo-1}}{(n_{Mo} - n_{Mo-1}) + (n_{Mo} - n_{Mo+1})},$$

где x_{Mo} – нижняя граница модального интервала, то есть интервала, имеющего наибольшую частоту; h – длина интервала; n_{Mo} – частота модального интервала; n_{Mo-1} – частота интервала, предшествующего модальному; n_{Mo+1} – частота интервала, следующего за модальным.

В примере модальным является 6 интервал.

$$Mo^* = 8,9 + 0,43 \frac{24 - 14}{(24 - 14) + (24 - 14)} = 9,115.$$

Мода может быть определена приближенно графическим способом. Для этого правую вершину *модального прямоугольника* соединяем с правым верхним углом предыдущего прямоугольника, а левую вершину модального прямоугольника – с левым верхним углом последующего прямоугольника. Абсцисса точки пересечения этих прямых приближенно будет модой распределения.

3) Медиана – значение признака, которое делит весь упорядоченный ряд значений пополам. Для дискретного ряда, если число вариантов нечетно, то есть $n = 2k + 1$, то $Me = x_{k+1}$, при четном $n = 2k$ $Me = (x_k + x_{k+1}) / 2$. Для интервального статистического ряда медиана вычисляется по следующей приближенной формуле:

$$Me^* = x_{Me} + h \frac{n/2 - (n_X)_{Me-1}}{n_{Me}},$$

где x_{Me} – нижняя граница медианного интервала, то есть интервала, которому соответствует первая из накопленных частот, превышающая половину объема совокупности; h – длина

интервала; n_{Me} – частота медианного интервала; $(n_X)_{Me-1}$ – накопленная частота интервала, предшествующего медианному

$$Me^* = 8,9 + 0,43 \frac{50 - 39}{24} = 9,097.$$

По кумуляте (рисунок 4.2) приближённо определим значение медианы: на уровне 0,5 (накопленная относительная частота равна 0,5) проведем горизонтальную линию до пересечения с кумулятой; в точке пересечения опустим перпендикуляр на ось абсцисс; точка, в которой перпендикуляр пересекает ось абсцисс, показывает приближенное значение медианы.

Показатели рассеяния

Для характеристики отклонения значений признака от среднего арифметического используются:

1) Дисперсия определяется по формуле:

$$D^*(X) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \cdot n_i.$$

В нашем случае:

$$D^*(X) = \frac{79,88}{100} = 0,7988.$$

2) Среднее квадратическое отклонение определяется по формуле:

$$\sigma^*(X) = \sqrt{D^*(X)}.$$

В нашем случае: $\sigma^*(X) = 0,89$.

3) В качестве относительной характеристики рассеяния используют коэффициент вариации, который показывает, насколько велико рассеяние значений по сравнению со средней

арифметической. Коэффициент вариации определяется по формуле: $V^* = \left(\frac{\sigma^*}{\bar{x}}\right) \cdot 100\%$.

В отличие от дисперсии и среднего квадратического отклонения коэффициент вариации – величина безразмерная, что позволяет сравнивать изменчивость признаков как в пределах одной совокупности, так и разных совокупностей, независимо от единиц измерения разных сопоставляемых признаков.

Совокупность считается однородной, если коэффициент вариации не превышает 33 % (для распределений, близких к нормальному).

Исходя из величины коэффициента вариации, можно установить характеристику изменчивости, например, по следующей схеме (таблица 4.4):

Таблица 4.4 – Характеристика изменчивости

Коэффициент вариации, V^*	до 5%	6–10%	11–20%	21–50%	50%
Изменчивость	слабая	умеренная	значительная	большая	очень большая

В нашем случае:

$$V^* = \frac{0,89}{9,0548} \cdot 100\% = 9,8.$$

Изменчивость умеренная, совокупность однородна.

Показатели формы распределения

На практике приходится встречаться с самыми различными распределениями. Однородные совокупности характеризуются, как правило, одновершинным распределением. Многовершинность свидетельствует о неоднородности изучаемой совокупности. При изучении распределений, отличных от нормального, возникнет необходимость количественно оценить это различие. С этой целью вводят такие характеристики, как асимметрия и коэффициент эксцесса. Для нормального распределения эти характеристики

равны нулю. Поэтому, если для изучаемого распределения асимметрия и эксцесс имеют небольшие значения, то можно предположить близость этого распределения к нормальному.

1) Коэффициент асимметрии определяется по формуле:

$$A^* = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3 \cdot n_i}{(\sigma^*)^3}.$$

Если $A^* = 0$, то ряд симметричен относительно моды.

При $A^* > 0$ скошенность вправо, средняя арифметическая правее моды, «длинная часть» кривой распределения расположена справа от моды. При правосторонней асимметрии $M_0 < M_e < \bar{x}$.

При $A^* < 0$ скошенность влево, средняя арифметическая левее моды, «длинная часть» кривой распределения расположена слева от моды. При левосторонней асимметрии $M_0 > M_e > \bar{x}$.

Напомним, что мода – точка максимума дифференциальной функции распределения.

В нашем случае:

$$A^* = \frac{1}{100} \frac{(-21,97)}{(0,89)^3} = -0,3.$$

Коэффициент асимметрии отрицательный, следовательно «длинная часть» кривой, полученной на основании опытных данных, расположена слева от моды и средняя арифметическая левее моды (рисунок 4.3). Заметим, что в нашем случае коэффициент асимметрии близок к нулю.

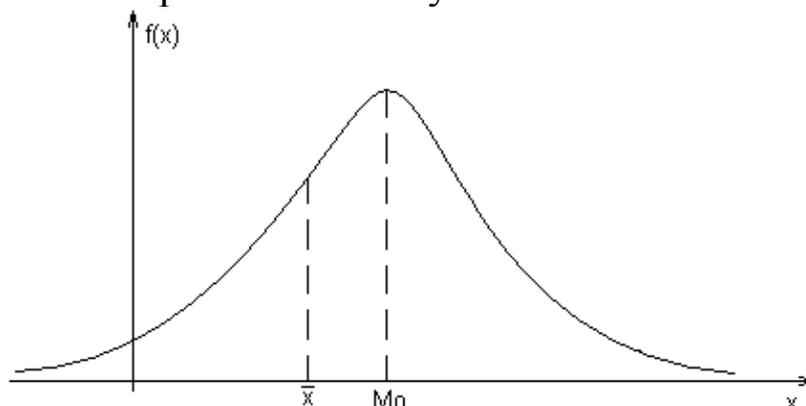


Рисунок 4.3 – Левосторонняя асимметрия. $\bar{x} = 9,0548$, $M_0 = 9,115$.

2) Коэффициент эксцесса определяется по формуле:

$$E^* = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4 \cdot n_i}{(\sigma^*)^4} - 3.$$

Если эксцесс положительный, то кривая имеет более высокую и острую вершину, чем нормальная кривая (островершинное распределение); если эксцесс отрицательный, то сравниваемая кривая имеет более низкую и "плоскую" вершину, чем нормальная кривая (плосковершинное распределение).

Замечание: $-2 < E < \infty$. Если E близок к -2 , то кривая двухвершинная. При $E = -2$ кривая распадается на две островершинные кривые, что говорит о неоднородности статистического материала.

В нашем случае:

$$E^* = \frac{\frac{1}{100} 172,73}{(0,89)^4} - 3 = -0,25.$$

Коэффициент эксцесса отрицательный, следовательно, вершина кривой ряда распределения ниже, чем у кривой нормального распределения.



Рисунок 4.4 – Плосковершинное распределение.

Точечные и интервальные оценки параметров генеральной совокупности

Задачи математической статистики практически сводятся к оценке свойств генеральной совокупности по результатам случайной выборки.

Любую функцию $\Theta^*(x_1, x_2, \dots, x_n)$ от результатов выборочных наблюдений x_1, x_2, \dots, x_n принято, называть статистикой (выборочной характеристикой). Статистики обычно и используются для построения статистических оценок параметров Θ генеральной совокупности, когда точные значения этих параметров нам неизвестны. Статистику Θ^* используемую как оценку параметра Θ , называют точечной оценкой. Из точечных оценок в приложениях математической статистики наиболее часто используют среднюю арифметическую \bar{x} как оценку математического ожидания $M(X) = a$, выборочную дисперсию D^* и среднее квадратическое отклонение σ^* , как оценки генеральной дисперсии $D(X)$ и среднего квадратического отклонения σ .

В математической статистике в зависимости от задачи статистику рассматривают либо как случайную величину, либо как число (конкретную реализацию случайной величины). Возникает вопрос, каким требованиям должны отвечать точечные оценки, чтобы их можно было считать в каком-то определенном смысле "хорошими". Эти требования характеризуют понятиями несмещенности, состоятельности и эффективности.

Оценку Θ_n^* называют *несмещенной*, если при любом объеме выборки n ее математическое ожидание равно оцениваемому параметру Θ , то есть $M(\Theta_n^*) = \Theta$.

В случае большой выборки $D \approx D^*$ оценка Θ^* параметра Θ называется *состоятельной*, если по мере роста числа наблюдений n (то есть $n \rightarrow N$ в случае конечной генеральной совокупности объемом N или при $n \rightarrow \infty$ в случае бесконечной генеральной совокупности) она стремится к оцениваемому параметру Θ .

Несмещенная оценка Θ_n^* параметра Θ называется *эффективной*, если среди прочих несмещенных оценок того же параметра она обладает наименьшей дисперсией.

Точечные оценки параметров генеральной совокупности в нашем примере:

$$\begin{aligned} M(X) \approx \bar{x} &= 9,0548; Mo \approx Mo^* = 9,115; Me \approx Me^* = 9,097; \\ \sigma \approx \sigma^* &= 0,89; \\ D(X) \approx D^* &= 0,7988; V \approx V^* = 9,8\%; A \approx A^* = -0,3; \\ E \approx E^* &= -0,25. \end{aligned}$$

Точечная оценка без указания степени точности и надежности малоинформативна, так как наблюдаемые значения статистики есть лишь значения случайной величины. Она может существенно отличаться от оцениваемого параметра при малом объеме выборки, что приводит к грубым ошибкам.

Интервальной оценкой параметра Θ называют такой интервал $(\Theta_n^{*(1)}; \Theta_n^{*(2)})$, относительно которого можно утверждать с определенной, близкой к единице вероятностью γ , что он содержит неизвестное значение Θ . Величину γ называют доверительной вероятностью или надежностью оценки параметра Θ , $\Theta_n^{*(1)}$, $\Theta_n^{*(2)}$ – некоторые функции от результатов выборочных наблюдений x_1, x_2, \dots, x_n . Разность $2\delta = \Theta_n^{*(2)} - \Theta_n^{*(1)}$ между верхней и нижней границами доверительного интервала называют длиной доверительного интервала, а величину δ – точностью оценки.

Для построения интервальных оценок необходимо знать закон распределения статистики Θ_n^* .

На практике закон распределения генеральной совокупности неизвестен. В этом случае пользуются приближенным методом построения доверительных интервалов, суть которого в следующем: если считать, что распределение выборочных характеристик в больших выборках асимптотически нормалью (для дисперсии это справедливо при $n > 100$, а для средней арифметической при $n > 30$), то доверительные интервалы строятся следующим образом

$$\Theta^* - t_\gamma \cdot \bar{S}_{\Theta^*} < \Theta < \Theta^* + t_\gamma \cdot \bar{S}_{\Theta^*}.$$

где Θ – оцениваемый параметр; Θ^* – выборочная оценка параметра; \bar{S}_{Θ^*} – стандартные ошибки выборочной характеристики (главный член среднего квадратического отклонения); t_γ – найденное по таблице значений функций Лапласа $\Phi(x)$, соответствующее доверительной вероятности γ :

$$\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-z^2/2} dz;$$

$$2\Phi(t_\gamma) = \gamma.$$

Стандартные ошибки:

а) выборочной средней \bar{x} : $\bar{S}_x = \frac{\sigma^*}{\sqrt{n}}$;

б) выборочной дисперсии D^* : $\bar{S}_{D^*} = \frac{D^* \sqrt{2}}{n}$;

в) выборочного среднеквадратического отклонения

$$\sigma^* : \bar{S}_{\sigma^*} = \frac{\sigma^*}{\sqrt{2n}}$$

г) выборочного коэффициента асимметрии A^* : $\bar{S}_{A^*} = \sqrt{\frac{6}{n}}$;

д) выборочного коэффициента эксцесса E^* : $\bar{S}_{E^*} = 2 \cdot \sqrt{\frac{6}{n}}$;

е) выборочного коэффициента вариации V^* :

$$\bar{S}_{V^*} = V^* \cdot \sqrt{\frac{0,5 + (V^*/100)^2}{n}};$$

ж) выборочной медианы Me^* : $\bar{S}_{Me^*} = \sigma^* \cdot \sqrt{\frac{\pi}{2n}}$.

В нашем примере при $\gamma = 0,95$, $t_\gamma = 1,96$ имеем следующие стандартные ошибки:

а) выборочной средней \bar{x} :

б)

$$\bar{S}_x = \frac{\sigma^*}{\sqrt{n}} = \frac{0,89}{\sqrt{100}} = 0,089378;$$

в) выборочной дисперсии D^* :

$$\bar{S}_{D^*} = \frac{D^* \sqrt{2}}{n} = \frac{0,7988 \cdot \sqrt{2}}{100} = 0,011297;$$

г) выборочного среднеквадратического отклонения σ^* :

$$\bar{S}_{\sigma^*} = \frac{\sigma^*}{\sqrt{2n}} = \frac{0,89}{\sqrt{200}} = 0,0632;$$

д) выборочного коэффициента асимметрии A^* :

$$\bar{S}_{A^*} = \sqrt{\frac{6}{n}} = \sqrt{\frac{6}{100}} = 0,2449;$$

е) выборочного коэффициента эксцесса E^* :

$$\bar{S}_{E^*} = 2 \cdot \sqrt{\frac{6}{n}} = 0,4898;$$

ж) выборочного коэффициента вариации V^* :

$$\bar{S}_{V^*} = V^* \cdot \sqrt{\frac{0,5 + (V^*/100)^2}{n}} = 9,8\% \cdot \sqrt{\frac{0,5 + (9,8\%/100)^2}{100}} = 0,704737;$$

з) выборочной медианы Me^* :

$$\bar{S}_{Me^*} = \sigma^* \cdot \sqrt{\frac{\pi}{2n}} = 0,89 \cdot \sqrt{\frac{3,14}{200}} = 0,112019.$$

Построим доверительные интервалы для параметров генеральной совокупности нашего примера при $\gamma = 0,95$.

1) Для математического ожидания:

$$\bar{x} - \frac{\sigma^*}{\sqrt{n}} \cdot 1,96 < M(X) < \bar{x} + \frac{\sigma^*}{\sqrt{n}} \cdot 1,96,$$

$$8,879619 < M(X) < 9,229981.$$

2) Для дисперсии:

$$D^* - \frac{D^* \sqrt{2}}{n} \cdot 1,96 < D(X) < D^* + \frac{D^* \sqrt{2}}{n} \cdot 1,96,$$

$$0,776699 < D(X) < 0,820985.$$

3) Для среднеквадратического отклонения:

$$\sigma^* - \frac{\sigma^*}{\sqrt{2n}} \cdot 1,96 < \sigma < \sigma^* + \frac{\sigma^*}{\sqrt{2n}} \cdot 1,96,$$

$$0,769908 < \sigma < 1,017651.$$

4) Для коэффициента асимметрии:

$$A^* - \sqrt{\frac{6}{n}} \cdot 1,96 < A < A^* + \sqrt{\frac{6}{n}} \cdot 1,96,$$

$$-0,78765 < A < 0,172362.$$

5) Для коэффициента эксцесса:

$$E^* - 2 \cdot \sqrt{\frac{6}{n}} \cdot 1,96 < E < E^* + 2 \cdot \sqrt{\frac{6}{n}} \cdot 1,96,$$

$$-1,25322 < E < 0,666792.$$

6) Для коэффициента вариации:

$$V^* - V^* \cdot \sqrt{\frac{0,5 + (V^*/100)^2}{n}} \cdot 1,96 < V < V^* + V^* \cdot \sqrt{\frac{0,5 + (V^*/100)^2}{n}} \cdot 1,96,$$

$$8,489497 < V < 11,25207.$$

7) Для медианы:

$$Me^* - \sigma^* \sqrt{\frac{\pi}{2n}} \cdot 1,96 < Me < Me^* + \sigma^* \sqrt{\frac{\pi}{2n}} \cdot 1,96,$$

$$9,097 - 0,112019 \cdot 1,96 < Me < 9,097 + 0,112019 \cdot 1,96,$$

$$8,87744 < Me < 9,31656.$$

Статистическая проверка гипотез

При разработке планов статистического контроля и регулирования качества, а также при статистическом анализе полученных результатов приходится решать задачи сравнения. Например, сравнение точности работы станка или измерительной системы со стандартом, сравнение качества продукции нескольких станков и так далее. Для решения этих задач по данным выборочных наблюдений используют статистические критерии, то есть методы статистической проверки гипотез. Рассмотрим некоторые общие положения.

Статистической гипотезой называют любое предположение о виде или параметрах неизвестного закона распределения.

Нулевой гипотезой H_0 называют выдвинутую гипотезу, которую нужно проверить, а гипотезу H_1 противоположную нулевой, называют конкурирующей.

Под статистическим критерием понимают однозначно определенное правило, устанавливающее условия, при которых проверяемую гипотезу H_0 по результатам наблюдений следует либо отвергнуть, либо не отвергнуть. Основу критерия составляет специально составленная выборочная характеристика (статистика) $\Theta_n^*(x_1, x_2, \dots, x_n)$ точное или приближенное распределение которой известно, где x_1, x_2, \dots, x_n выборочные наблюдения. Каждый критерий разбивает все множество возможных значений статистики на две непересекающиеся области: критическую область и область принятия гипотезы. Если наблюдаемое значение статистики критерия попадает в критическую область, то гипотезу H_0 отвергают. В противном случае гипотезу не отвергают. При использовании статистического критерия возможны четыре случая:

- гипотеза H_0 верна и ее принимают согласно критерию;
- гипотеза H_0 неверна и ее отвергают согласно критерию;

- гипотеза H_0 верна, но ее отвергают согласно критерию (ошибка первого рода);
- гипотеза H_0 неверна, но ее принимают согласно критерию (ошибка второго рода).

Статистический критерий не дает логического доказательства или опровержения гипотезы. Так как гипотеза H_0 проверяется по результатам выборочных наблюдений, то неизбежно имеет место некоторая, хотя бы и очень малая, вероятность ошибочного решения как первого, так и второго рода. При неограниченном увеличении объема выборки и использовании обоснованного критерия возможно добиться как угодно малых вероятностей обеих ошибок. Однако наиболее часто в практических задачах контроля имеют дело с фиксированным объемом выборки, когда задаются вероятностью ошибки первого рода - так называемым уровнем значимости α .

Выбор уровня значимости α зависит от сопоставления потерь, связанных с ошибками первого и второго рода. Следует учитывать, что уменьшение α приводит к росту вероятности ошибки второго рода. Поскольку в большинстве практических задач определить величину потерь оказывается весьма затруднительно, то, как правило, пользуются некоторыми стандартными уровнями значимости. К таким значениям можно отнести: 0.1, 0.05, 0.01, 0.005, 0.001. Наиболее часто используют значение $\alpha=0.05$, которое означает, что в среднем в 5 случаях из 100 мы можем допустить ошибку и отвергнуть гипотезу H_0 , в то время, как она справедлива.

Остановимся на правилах выбора критической области. Критическую область следует выбирать так, чтобы вероятность показания в нее была равна уровню значимости α , если верна нулевая гипотеза H_0 , и максимальна, если верна конкурирующая гипотеза H_1 . Второе условие выражает требование максимума мощности критерия.

Под мощностью критерия понимают вероятность того, что нулевая гипотеза H_0 будет отвергнута, если верна конкурирующая H_1 гипотеза, то есть вероятность $(1-\beta)$ не допустить ошибку второго рода (β – вероятность ошибки второго рода).

С целью обеспечения максимума мощности критерия в зависимости от гипотезы H_1 выбирают правостороннюю, левостороннюю или двустороннюю критические области. Границы критической области при заданном уровне значимости α находят из соотношений:

- для правосторонней критической области

$$P(\Theta_n^* > \Theta_{кр}) = \alpha,$$

- для двусторонней критической области

$$P(\Theta_n^* < \Theta'_{кр}) = \alpha/2,$$

$$P(\Theta_n^* > \Theta''_{кр}) = \alpha/2,$$

где $\Theta'_{кр}$ – левосторонняя, а $\Theta''_{кр}$ – правосторонняя границы критической области.

Статистические критерии позволяют либо отвергнуть гипотезу (высказанная гипотеза противоречит данным наблюдений), либо не отвергнуть (гипотеза не противоречит данным наблюдений, а поэтому ее можно принять в качестве одного из допустимых решений). При этом неотрицательный результат не означает, что наше предположение (гипотеза) является единственно подходящим. Поэтому статистически проверенную гипотезу следует рассматривать как достаточно правдоподобное, не противоречащее опыту утверждение.

Предварительный выбор закона распределения

Большинство применяемых в практике контроля статистических методов основано на предложении, что распределение контролируемого признака подчиняется определенному теоретическому закону (нормальному, биномиальному, пуассоновскому и так далее) с параметрами, либо оцениваемыми по выборке, либо заранее известными. Применению этих методов должна предшествовать проверка по данным выборочных наблюдений гипотезы о законе распределения. Проверка гипотезы о законе распределения значения признака X в

генеральной совокупности осуществляется с помощью критериев согласия.

Чаще всего на практике имеют дело с нормальным распределением. Чем это объясняется? Ответ на этот вопрос дан А.М.Ляпуновым в центральной предельной теореме теории вероятности. Приведем следствие из нее: если случайная величина X представляет собой сумму очень большого числа взаимно независимых случайных величин, влияние каждой из которых на всю сумму ничтожно мало, то X имеет распределение, близкое к нормальному.

Функция плотности нормального закона распределения имеет вид $f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}}$, а интегральная функция распределения – $F(x) = 0,5 + \Phi\left(\frac{x-a}{\sigma}\right)$.

У нормального распределения два параметра (количество параметров $r = 2$): математическое ожидание a и среднее квадратическое отклонение σ . Их оцениваем по выборке: $a \approx \bar{x}$, $\sigma \approx \sigma^*$.

Кривая нормального распределения симметрична относительно прямой $x = a$ (рисунок 4.5).

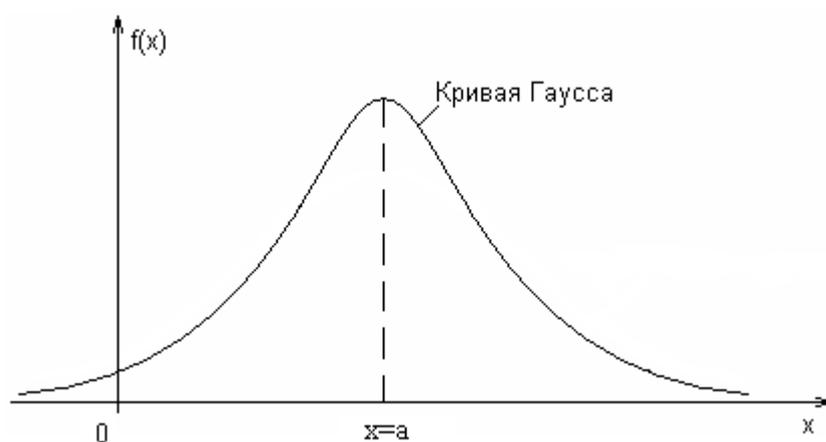


Рисунок 4.5 – Кривая нормального распределения

1) Для нормального закона средняя арифметическая \bar{x} , мода M_o и медиана M_e равны как характеристики центра распределения:

$$\bar{x} = Mo = Me.$$

У нас: $\bar{x} = 9,0548$; $Mo^* = 9,115$; $Me^* = 9,097$.

Как видно, значения этих величин практически не отличаются друг от друга.

2) У кривой нормального распределения коэффициенты асимметрии и эксцесса равны нулю.

У нас: $A^* = -0,3$; $E^* = -0,25$.

Как видно, значение коэффициента асимметрии и значение коэффициента эксцесса отличаются от нуля. (Замечание: считается, что число $a \approx 0$, если $|a| < 0,1$).

3) В случае нормального распределения справедливо следующее условие:

$$|A^*| < 3S_{A^*}, \quad |E^*| < 3S_{E^*}.$$

Проверим выполнение этого условия для нашего примера.

$$\begin{aligned} \bar{S}_{A^*} &= 0,2449; \quad \bar{S}_{E^*} = 0,4898; \\ |-0,3| &< 3 \cdot 0,2449, \quad |-0,25| < 3 \cdot 0,4898; \\ |-0,3| &< 0,7347, \quad |-0,25| < 1,4694. \end{aligned}$$

Условия выполняется.

4) На практике для выдвижения гипотезы о нормальном распределении используют правило 3-х сигм: если случайная величина распределена нормально, то абсолютная величина её отклонения от математического ожидания не превосходит утроенного среднеквадратического отклонения, т.е. все значения случайной величины должны попасть в интервал: $(\bar{x} - 3\sigma^*; \bar{x} + 3\sigma^*)$ (рисунок 4.6):

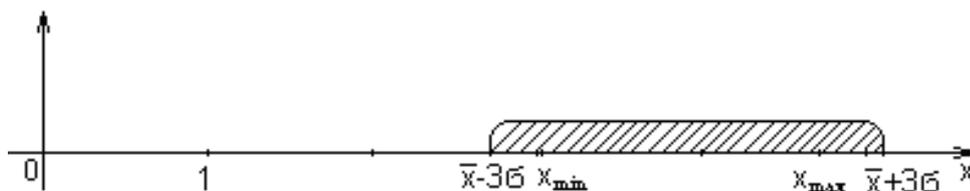


Рисунок 4.6 – Правило 3-х сигм.

В нашем случае все значения величин попадают в интервал $(\bar{x} - 3\sigma^*; \bar{x} + 3\sigma^*)$, равный $(9,0548 - 3 \cdot 0,89; 9,0548 + 3 \cdot 0,89)$, то есть в интервал $(6,3848; 11,7248)$, так как $x_{\min} = 6,75$, $x_{\max} = 10,97$.

Таким образом, у нас есть основания предположить, что изучаемая случайная величина распределена по нормальному закону (нулевая гипотеза):

$$H_0 : n_i \approx \bar{n}_i = \frac{n \cdot h}{\sigma^*} \cdot \varphi(t_i),$$

где n_i – опытные частоты, \bar{n}_i – теоретические частоты, h – длина интервала, n – объём выборки, σ^* – среднее квадратическое отклонение, $\varphi(t_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-0.5 \cdot t_i^2}$ – табулированная функция, $t_i = \frac{\bar{x}_i - \bar{x}}{\sigma^*}$.

Проверка гипотезы о виде распределения

Проверка гипотезы о законе распределения значения признака X в генеральной совокупности осуществляется с помощью критериев согласия.

Проверяемая (нулевая) гипотеза утверждает, что значения признака в выборке, взятой из генеральной совокупности, распределены по предполагаемому закону.

Для проверки гипотезы о виде распределения необходимо вычислить теоретически ожидаемые (выравнивающие) частоты, которые должны были бы получиться, если бы распределение действительно соответствовало предполагаемому.

Теоретические частоты n вычисляются по формулам:

1) в случае дискретной случайной величины $\bar{n}_i = np$, где n – объём выборки; p – вероятность случайной величины принять значения равное x_i .

2) в случае непрерывной случайной величины $\bar{n}_i = nf(x_i)h$, где n – объём выборки, x_i – середина интервала; $f(x_i)$ – функция плотности теоретического распределения, вычисленная в точке x_i ; h – длина интервала.

Проверку гипотезы о виде теоретического распределения можно провести с помощью критерия согласия Пирсона χ^2 , основанного на статистике:

$$\chi_{\text{набл}}^2 = \sum_{i=1}^l \frac{(n_i - \bar{n}_i)^2}{\bar{n}_i},$$

где n_i – опытные частоты, \bar{n}_i – выравнивающие частоты.

Гипотеза отвергается, если вычисленное значение $\chi_{\text{набл}}^2$ окажется больше критического $\chi_{\text{кр}}^2(\alpha, \nu)$, найденного по таблицам распределения χ^2 для уровня значимости α и числа степеней свободы $\nu = l - r - 1$, где l – число интервалов, r – число оцениваемых параметров предполагаемого теоретического распределения.

Например, если проверяется согласие экспериментальных данных нормальному закону распределения, для которого $r=2$, то число степеней свободы $\nu = l - 2 - 1 = l - 3$.

Следует учитывать, что при использовании критерия согласия Пирсона общее число наблюдений должно быть достаточно большим ($n \geq 50$), и число наблюдений в интервалах должно быть не менее пяти ($n_i \geq 5$). Интервалы, у которых $n_i < 5$ нужно объединить, а их частоты сложить.

Проверим для нашего примера гипотезу о нормальном законе распределения изучаемой величины для уровня значимости $\alpha = 0,05$. Найдем выравнивающие частоты. Результаты занесены в таблицу 4.5

Находим с учетом объединения интервалов (объединяем первый, второй и третий интервалы, а также девятый и десятый)

$$\begin{aligned} \chi_{\text{набл}}^2 &= \sum_{i=1}^l \frac{(n_i - \bar{n}_i)^2}{\bar{n}_i} = \frac{(11-12)^2}{12} + \frac{(14-13)^2}{13} + \frac{(14-18)^2}{18} + \\ &+ \frac{(24-19)^2}{19} + \frac{(14-16)^2}{16} + \frac{(12-11)^2}{11} + \frac{(11-9)^2}{9} = 3,15. \end{aligned}$$

Таблица 4.5 – Таблица результатов

x_i	n_i		$x_i - \bar{x}$	$t_i = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma^*}$	$\varphi(t_i)$	$\frac{n \cdot h}{\sigma^*} \cdot \varphi(t_i)$	\bar{n}_i	
6,97	3	} 11	-2,09	-2,34	0,0258	1,2412	1	} 12
7,40	6		-1,66	-1,86	0,0707	3,4014	3	
7,83	2		-1,23	-1,38	0,1569	7,5485	8	
8,26	14		-0,80	-0,89	0,2685	12,9176	13	
8,69	14		-0,37	-0,41	0,3668	17,6469	18	
9,12	24		0,06	0,07	0,3980	19,1479	19	
9,55	14		0,49	0,55	0,3429	16,4970	16	
9,98	12		0,92	1,03	0,2347	11,2915	11	
10,41	9	} 11	1,35	1,51	0,1276	6,1389	6	} 9
10,84			1,78	1,99	0,0551	2,6509		

Определим $\chi_{кр}^2(\alpha, \nu)$. Число степеней свободы $\nu = 7 - 3 = 4$, тогда при уровне значимости $\alpha = 0,05$ имеем $\chi_{кр}^2(\alpha, \nu) = \chi_{кр}^2(0,05; 4) = 9,5$.

Имеем $\chi_{набл}^2 < \chi_{кр}^2(\alpha, \nu)$. Следовательно, в рассматриваемом примере нет оснований отвергнуть гипотезу о нормальном распределении изучаемой случайной величины.

Вид функции плотности вероятности данной случайной величины, распределённой по нормальному закону в нашем случае:

$$f(x) = \frac{1}{0,89 \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-9,0548)^2}{2 \cdot 0,89^2}}.$$

Интегральная функция распределения такова

$$F(x) = 0,5 + \Phi\left(\frac{x - 9,0548}{0,89}\right).$$

Построим кривую Гаусса данного распределения (рисунок 4.6). Найдем максимум кривой Гаусса

$$\bar{n}_{\max} \Big|_{x_i = \bar{x} = 9,0548} = \frac{nh}{\sigma^*} \varphi(t_i = 0) = 19.$$

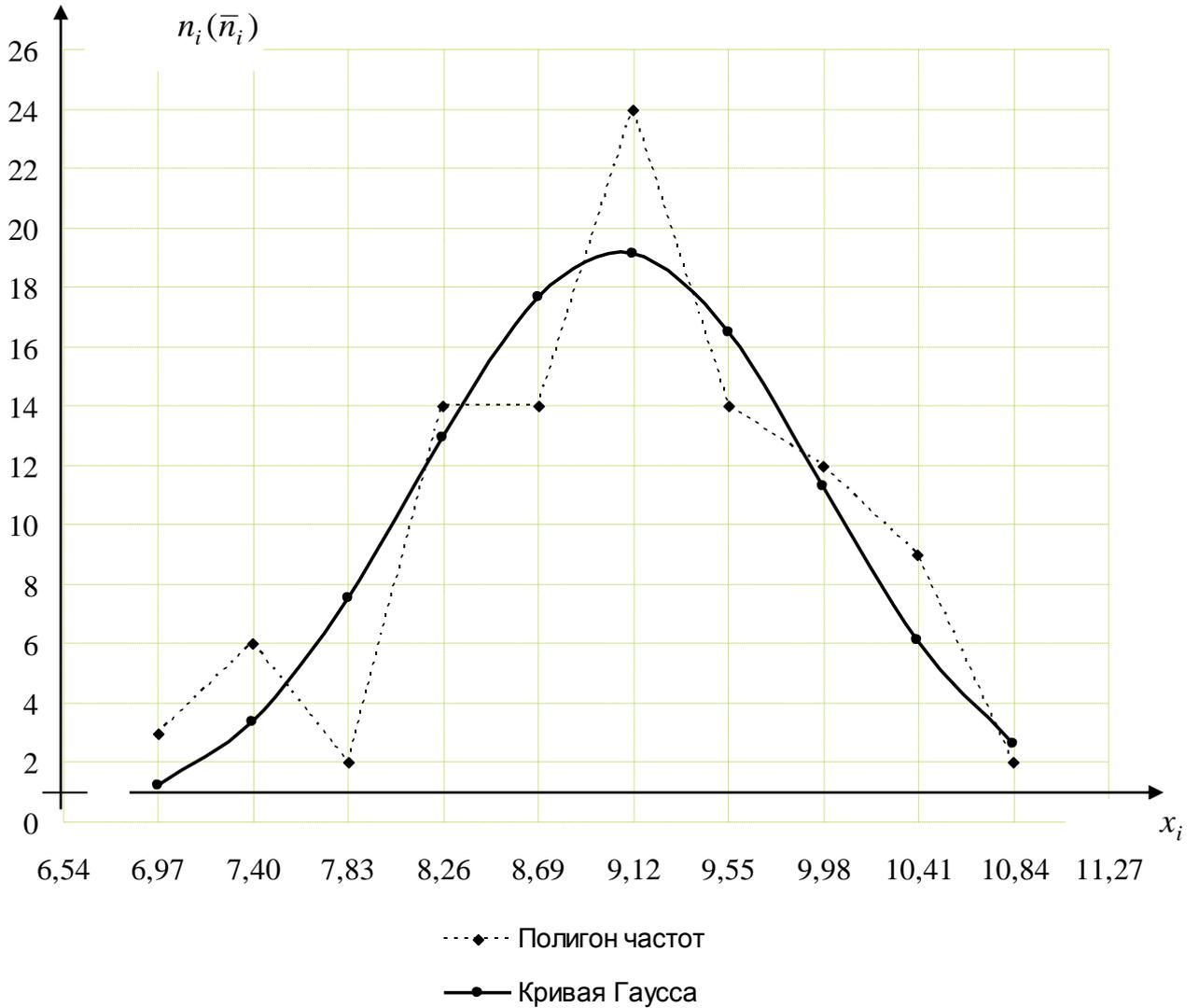


Рисунок 4.6 – Полигон частот и кривая Гаусса

Справочный материал представлен в таблицах 4.6 и 4.7.

Таблица 4.6 - Таблица значений функции $\varphi(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-0.5t^2}$

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0.0	0.3989	3989	3989	3988	3986	3984	3982	3980	3977	3973
0.1	3965	3961	3956	3951	3945	3939	3932	3925	3918	3918
0.2	3902	3894	3885	3876	3867	3857	3847	3836	3825	3825
0.3	3802	3790	3778	3765	3752	3739	3726	3712	3697	3697
0.4	3668	3652	3637	3621	3605	3589	3572	3555	3538	3538
0.5	3503	3485	3467	3448	3429	3410	3391	3372	3352	3352
0.6	3312	3292	3271	3251	3230	3209	3187	3166	3144	3144
0.7	3101	3079	3056	3034	3011	2989	2966	2943	2920	2920
0.8	2874	2850	2827	2803	2780	2756	2732	2709	2685	2685

Продолжение таблицы 4.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0.9	2637	2613	2589	2565	2541	2516	2492	2468	2444	2444
1.0	0.2396	2371	2347	2323	2299	2275	2251	2227	2203	2203
1.1	2155	2131	2107	2083	2059	2036	2012	1989	1965	1965
1.2	1919	1895	1872	1849	1826	1804	1781	1758	1736	1736
1.3	1691	1669	1647	1626	1604	1582	1561	1539	1518	1518
1.4	1476	1456	1435	1415	1394	1374	1354	1334	1315	1315
1.5	1276	1257	1238	1219	1200	1182	1163	1145	1127	1127
1.6	11092	1074	1057	1040	1023	1006	0989	0973	0957	0957
1.7	0925	0909	0893	0878	0863	0848	0833	0818	0804	0804
1.8	0775	0761	0748	0734	0721	0707	0694	0681	0669	0669
1.9	0644	0632	0620	0608	0596	0584	0573	0562	0551	0551
2.0	0.0529	0519	0508	0498	0488	0478	0468	0459	0449	0449
2.1	0431	0422	0413	0404	0396	0387	0379	0371	0363	0363
2.2	0347	0339	0332	0325	0317	0310	0303	0297	0290	0290
2.3	0277	0270	0264	0258	0252	0246	0241	0235	0229	0229
2.4	0219	0213	0208	0203	0198	0194	0189	0184	0180	0180
2.5	0171	0167	0163	0158	0154	0151	0147	0143	0139	0139
2.6	0132	0129	0126	0122	0119	0116	0113	0110	0107	0107
2.7	0101	0099	0096	0093	0091	0088	0086	0084	0081	0081
2.8	0077	0075	0073	0071	0069	0067	0065	0063	0061	0061
2.9	0058	0056	0055	0053	0051	0050	0048	0047	0046	0046
3.0	0.0043	0042	0040	0039	0038	0037	0036	0035	0034	0034
3.1	0032	0031	0030	0029	0028	0027	0026	0025	0025	0025
3.2	0023	0022	0021	0021	0020	0020	0019	0018	0018	0018
3.3	0017	0016	0016	0015	0015	0014	0014	0013	0013	0013
3.4	0012	0012	0011	0011	0010	0010	0010	0009	0009	0009
3.5	0008	0008	0008	0008	0007	0007	0007	0007	0006	0006
3.6	0006	0006	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0004	0004
3.7	0004	0004	0004	0004	0004	0003	0003	0003	0003	0003
3.8	0003	0003	0003	0003	0002	0002	0002	0002	0002	0002
3.9	0002	0002	0002	0002	0002	0002	0002	0001	0001	0001

Таблица 4.7 - Критические точки распределения χ^2

Число степеней свободы	Уровень значимости α					
	0.01	0.025	0.05	0.95	0.975	0.89
1	6.6	5.0	3.8	0.0039	0.0009 8	0.0001 6
2	9.2	7.4	6.0	0.103	0.051	0.020
3	11.3	9.4	7.8	0.352	0.216	0.115
4	13.3	11.1	9.5	0.711	0.484	0.297
5	15.1	12.8	11.1	1.15	0.831	0.554
6	16.8	14.4	12.6	1.64	1.24	0.872
7	18.5	16.0	14.1	2.17	1.69	1.24
8	20.1	17.5	15.5	2.73	2.18	1.65
9	21.7	19.0	16.9	3.33	2.70	2.09
10	23.2	20.5	18.3	3.94	3.25	2.56
11	24.7	21.9	19.7	4.57	3.82	3.05
12	26.2	23.3	21.0	5.23	4.40	3.57
13	27.7	24.7	22.4	5.89	5.01	4.11
14	29.1	26.1	23.7	6.57	5.63	4.66
15	30.6	27.5	25.0	7.26	6.26	5.23
16	32.0	28.8	26.3	7.96	6.91	5.81
17	33.4	30.2	27.6	8.67	7.56	6.41
18	34.8	31.5	28.9	9.39	8.23	7.01
19	36.2	32.9	30.1	10.1	8.91	7.63
20	37.6	34.2	31.4	10.9	9.59	8.26
21	38.9	35.5	32.7	11.6	10.3	8.90
22	40.3	36.8	33.9	12.3	11.0	9.54
23	41.6	38.1	35.2	13.1	11.7	10.2
24	43.0	39.4	36.4	13.8	12.4	10.9
25	44.3	40.6	37.7	14.6	13.1	11.5
26	45.6	41.9	38.9	15.4	13.8	12.2
27	47.0	43.2	40.1	16.2	14.6	12.9
28	48.3	44.5	41.3	16.9	15.3	13.6
29	49.6	45.7	42.6	17.7	16.0	14.3
30	50.9	47.0	43.8	18.5	16.8	15.0

Практическое задание:

1. По результатам выборки построить вариационный ряд.
2. Представить графическое изображение вариационного ряда (полигон и гистограмму).
3. Составить эмпирическую функцию распределения и нарисовать ее график.
4. Вычислить основные выборочные характеристики.
5. Найти точечные и интервальные оценки параметров распределения.
6. На основе полученных результатов выдвинуть гипотезу о виде распределения (нормальное распределение).
7. С помощью критерия согласия Пирсона проверить гипотезу о нормальном распределении признака генеральной совокупности.
8. Построить эмпирическую кривую распределения.

Практическая работа №5 «Оптимизация параметров технических объектов»

Краткие теоретические сведения

В широком смысле **общая задача оптимизации** параметров систем автоматизации заключается в отыскании экстремума критерия (целевой функции) при заданных ограничениях в виде равенств и (или) неравенств, то есть в решении **задачи математического программирования**.

Целевая функция $F(\vec{X})$ есть однозначная численная характеристика системы, позволяющая количественно оценить ее качество. Аргументом целевой функции выступают параметры \vec{X} , подлежащие оптимизации и называемые **управляемыми параметрами**. Вектор параметров системы $\vec{X}^* = \{x_1^*, x_2^*, \dots, x_m^*\}^T$, удовлетворяющий заданным ограничениям и доставляющий экстремум целевой функции, называется **оптимальной точкой**, а пара \vec{X}^* и $F(\vec{X}^*)$ составляет **оптимальное решение**.

При непрерывном изменении значений элементов вектора \vec{X} целевая функция может быть непрерывной или разрывной. Если график целевой функции имеет один экстремум, то такая функция называется **униmodalной или одноэкстремальной**).

Если же график целевой функции имеет несколько экстремумов, то такая функция называется **многоэкстремальной**. Для нее различают точки глобального экстремума и локальных экстремумов.

Математическое определение глобального и локального экстремума имеет следующий вид. Функция $F(x)$, определенная в допустимой области изменения независимой переменной $x \in X_d$, достигает своего **глобального максимума** в точке $x^{**} \in X_d$, если

$$F(x^{**}) > F(x) \text{ для всех } x \in X_d.$$

Функция $F(x)$, определенная в допустимой области изменения независимой переменной $x \in X_d$, достигает своего **локального**

максимума в точке $x^* \in X_d$, если в ε - окрестности точки x^* выполняется условие

$F(x^*) > F(x)$ для всех x , удовлетворяющих условию

$$|x - x^*| < \varepsilon,$$

где ε - малая положительная величина, характеризующая точность попадания в экстремальную точку.

Глобальный экстремум можно определить путем нахождения всех локальных экстремумов и их сравнения между собой. Если функция унимодальна, то локальный экстремум автоматически становится глобальным.

При дискретном характере значений элементов вектора \bar{X} целевая функция также окажется величиной дискретной, а ее изображение на координатной плоскости будет представлять собой множество точек. Дискретные значения управляемых параметров характерны для многих технических объектов. В таких случаях при решении задач оптимизации делают допущение о непрерывности параметров, а после нахождения оптимальных значений осуществляют выбор из дискретного ряда.

Если экстремум целевой функции отыскивается в неограниченной области параметров \bar{X}^0 , то его называют **безусловным экстремумом**, а методы его поиска – **методами безусловной оптимизации**.

Однако в задачах оптимизации параметров систем автоматизации технологическими процессами, как правило, присутствуют те или иные ограничения. Различают прямые и функциональные ограничения. **Прямые ограничения** накладываются на управляемые параметры –

$$x_{ni} < x_i < x_{vi}, \quad i = \overline{1, m};$$

где x_{ni} , x_{vi} - нижнее и верхнее граничные значения управляемого параметра x_i ;

m – размерность пространства управляемых параметров.

Область \overrightarrow{X}_d в пространстве управляемых параметров, заданную прямыми ограничениями, называют допустимой областью или **областью допустимых значений** управляемых параметров \overrightarrow{X} -

$$\overrightarrow{X}_d = \left\{ \overrightarrow{X} \in \overrightarrow{X}^0 \mid x_{hi} < x_i < x_{vi}, \quad i = \overline{1, m} \right\}.$$

Функциональные ограничения устанавливают некоторые зависимости между управляемыми параметрами, нарушение которых недопустимо по условиям обеспечения работоспособности или регламентируемой эффективности функционирования технической системы и имеют вид—

$$\overrightarrow{\psi}(\overrightarrow{X}) \geq 0.$$

Наличие ограничений приводит к **задаче условной оптимизации**, при которой находится **условный экстремум целевой функции**. Наложённые ограничения приводят к тому, что поиск оптимального решения ограничивается некоторой областью \overrightarrow{X}_p в пространстве управляемых параметров - $\overrightarrow{X}_p = \left\{ \overrightarrow{X} \in \overrightarrow{X}^0 \mid \overrightarrow{\psi}(\overrightarrow{X}) \geq 0, \quad x_{hi} < x_i < x_{vi}, \quad i = \overline{1, m} \right\}$, которая называется **областью работоспособности технической системы**.

Таким образом общая задача оптимизации параметров технической системы как задача математического программирования может быть формализована следующим образом –

$$\begin{aligned} & \underset{\overrightarrow{X}}{\text{extr}} F(\overrightarrow{X}); \\ & \overrightarrow{\psi}(\overrightarrow{X}) \geq 0, \quad x_{hi} < x_i < x_{vi}, \quad i = \overline{1, m}; \end{aligned}$$

Определение экстремума аналитической целевой функции

Рассмотрим задачу поиска экстремума непрерывной целевой функции в одномерном случае. Предположим, что функция $F(x)$

определена на интервале $a < x < b$ и n -кратно дифференцируема на этом интервале. Если внутри этого интервала есть точка x^* , доставляющая экстремум целевой функции, то теорема Тейлора позволяет записать изменение функции F при переходе от точки x^* к точке $(x^* + \varepsilon)$ в виде

$$F(x^* + \varepsilon) - F(x^*) = \varepsilon \frac{dF(x^*)}{dx} + \frac{\varepsilon^2}{2!} \frac{d^2F(x^*)}{dx^2} + \dots + \frac{\varepsilon^n}{n!} \frac{d^nF(x^*)}{dx^n} + O_{n+1}(\varepsilon),$$

где $O_{n+1}(\varepsilon)$ - сумма членов ряда, в которых степень ε равна $(n+1)$ и выше.

Если x^* соответствует локальному минимуму функции $F(x)$, то по определению должна существовать ε -окрестность точки x^* , в которой выполняется неравенство $-F(x^*) \leq F(x)$. Из данного неравенства следует, что

$$\varepsilon \frac{dF(x^*)}{dx} + \frac{\varepsilon^2}{2!} \frac{d^2F(x^*)}{dx^2} + \dots + \frac{\varepsilon^n}{n!} \frac{d^nF(x^*)}{dx^n} + O_{n+1}(\varepsilon) \geq 0 \quad (1)$$

При достаточно малом ε первое слагаемое доминирует над остальными, а так как ε можно выбрать и положительным, и отрицательным, то данное неравенство будет выполняться только при условии –

$$\frac{dF(x^*)}{dx} = \left. \frac{dF(x)}{dx} \right|_{x=x^*} = 0. \quad (2)$$

Рассуждая аналогичным образом, нетрудно получить второе условие выполнимости неравенства (1) –

$$\left. \frac{d^2F(x)}{dx^2} \right|_{x=x^*} \geq 0. \quad (3)$$

Если определяется локальный максимум, то в выражение (3) примет вид - $\frac{d^2F(x)}{dx^2} \Big|_{x=x^*} \leq 0$.

Условия (2) и (3) являются необходимыми условиями локального экстремума, но не достаточными. Например, в точке $x = 0$ функция $F(x) = x^3$ одновременно удовлетворяет условиям и локального максимума, и локального минимума, но не имеет экстремум. Такие точки называются **точками перегиба** или **седловыми точками**. Достаточным условием локального экстремума является следующее:

если в точке x^* первые $(m-1)$ производные целевой функции $F(x)$ обращаются в нуль, а производная порядка m отлична от нуля, то x^* является точкой локального экстремума при m четном, в противном случае - x^* является точкой перегиба.

Для многомерной непрерывной целевой функции $F(\vec{X})$, имеющей все первые и вторые частные производные по всем управляемым параметрам, разложение в окрестностях экстремальной точки \vec{X}^* в ряд Тейлора, ограничиваясь квадратичными членами, будет иметь вид –

$$F(\vec{X}) \approx F(\vec{X}^*) + \left\langle \frac{\partial F(\vec{X})}{\partial \vec{X}}, \Delta \vec{X} \right\rangle + \frac{1}{2!} \langle \Delta \vec{X}, H(\vec{X}) \Delta \vec{X} \rangle,$$

где \langle , \rangle - скалярное произведение соответствующих векторов;

$$\frac{\partial F(\vec{X})}{\partial \vec{X}} = \text{grad}F(\vec{X}) = \left(\frac{\partial F}{\partial x_1}, \frac{\partial F}{\partial x_2}, \dots, \frac{\partial F}{\partial x_m} \right)^T \quad - \quad \text{вектор-градиент}$$

целевой функции;

$\Delta \vec{X} = \vec{X} - \vec{X}^*$ - вектор, определяющий расстояние между точками \vec{X} и \vec{X}^* ;

$H(\vec{X})$ - матрица Гессе, а ее элементы – вторые производные целевой функции по управляемым параметрам:

$$H(\vec{X}) = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 F}{\partial x_1^2} & \frac{\partial^2 F}{\partial x_1 x_2} & \dots & \frac{\partial^2 F}{\partial x_1 x_m} \\ \frac{\partial^2 F}{\partial x_2 x_1} & \frac{\partial^2 F}{\partial x_2^2} & \dots & \frac{\partial^2 F}{\partial x_2 x_m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{\partial^2 F}{\partial x_m x_1} & \frac{\partial^2 F}{\partial x_m x_2} & \dots & \frac{\partial^2 F}{\partial x_m^2} \end{bmatrix}.$$

Необходимым условием экстремума целевой функции в некоторой точке \vec{X}^* пространства управляемых параметров является равенство нулю градиента целевой функции в этой точке, что соответствует равенству нулю всех первых частных производных целевой функции по управляемым параметрам –

$$\text{grad}F(\vec{X}) \Big|_{\vec{X}=\vec{X}^*} = 0 \Rightarrow \frac{\partial F(\vec{X})}{\partial x_i} \Big|_{x_i=x_i^*} = 0, \quad i = \overline{1, m}. \quad (4)$$

Достаточные условия экстремума целевой функции заключаются в том, чтобы матрица Гессе в стационарной точке \vec{X}^* (для которой выполняется условие (4)) при любом векторе $\Delta \vec{X}$ была –

для максимума - отрицательно определенной

$$\{ \langle \Delta \vec{X}, H(\vec{X}) \Delta \vec{X} \rangle < 0 \} \quad (5)$$

для минимума – положительно определенной

$$\{ \langle \Delta \vec{X}, H(\vec{X}) \Delta \vec{X} \rangle > 0 \} \quad (6)$$

Поисковая оптимизация

Как правило, задачи оптимизации технических объектов и систем характеризуются большим количеством оптимизируемых параметров и накладываемых на них ограничений. Такие задачи получили название многопараметрической условной оптимизации –

$$\underset{\vec{X} \in X_p}{\text{extr}} F(\vec{X}). \quad (7)$$

Вопросы теории и методы решения задач условной оптимизации рассматриваются в области математики, называемой математическим программированием. Традиционно в математическом программировании выделяются следующие основные разделы:

- линейное программирование – целевая функция линейна, а множество, на котором осуществляется поиск экстремума целевой функции, задается системой линейных неравенств (равенств);
- нелинейное программирование – нелинейные целевая функция и ограничения.

При оптимизации параметров технических систем часто используют их алгоритмические математические модели, то есть определение значений целевой функции, функций-ограничений и их градиентов осуществляется на основе результатов численного решения системы уравнений модели и вычисления значений выходных параметров объекта, которые являются функционалами фазовых координат объекта. В этом случае отсутствуют аналитические выражения, устанавливающие связь между управляемыми параметрами и функциями (7), и для решения задачи используют *поисковую оптимизацию*.

Сущность поисковой оптимизации заключается в том, что поиск экстремальной точки \vec{X}^* в пространстве управляемых параметров осуществляется последовательными шагами, ведущими от исходной точки \vec{X}_0 через некоторые промежуточные отображающие точки \vec{X}_k в заданную ε - окрестность точки экстремума \vec{X}^* . Последовательность отображающих точек \vec{X}_k , соединенных отрезками прямых, называется траекторией поиска. На каждом шаге поиска решается система уравнений, составляющих математическую модель оптимизируемой системы, и вычисляются значения выходных параметров, на основе использования которых формируется целевая функция.

Общий алгоритм поисковой оптимизации включает следующие этапы:

1. Задание параметров алгоритма.

2. Выбор исходной точки поиска $\overrightarrow{X_0}$ и вычисление значения целевой функции $F(\overrightarrow{X_0})$.

3. Определение направления движения в пространстве управляемых параметров.

4. Осуществление шага поиска – переход в следующую точку пространства управляемых параметров $\overrightarrow{X_k}$.

5. Вычисление целевой функции в новой точке $F(\overrightarrow{X_k})$.

6. Оценка успеха поиска – сравнение значений $F(\overrightarrow{X_k})$ и $F(\overrightarrow{X_{k-1}})$.

7. Изменение параметров алгоритма поиска.

8. Проверка условий окончания поиска. Если данные условия не выполняются, то осуществляется переход к этапу 3.

Таким образом, процесс оптимизации представляет собой целенаправленное движение в пространстве управляемых параметров к точке, в которой достигается экстремум целевой функции.

Затраты машинного времени при поисковой оптимизации можно оценить по формуле –

$$T_m = T_{m1}(n_1 + n_2)n_3,$$

где T_{m1} - время, затрачиваемое на один вариант анализа функционирования системы при фиксированном значении управляемых параметров (решение уравнений математической модели системы, вычисление значений целевой функции и ограничений);

n_1, n_2 - число вариантов анализа системы соответственно на этапе определения направления поиска и на этапе вычисления целевой функции;

n_3 - число шагов поиска.

Постановка задачи оптимизации

Процедура постановки задачи оптимизации носит неформальный характер и включает следующие этапы:

- выбор критериев оптимальности,

- формирование целевой функции,
- выбор управляемых параметров,
- назначение ограничений,
- нормирование управляемых и выходных параметров.

В качестве критериев оптимальности принимаются выходные параметры, которые оказывают наибольшее влияние на достижение конечной цели функционирования системы. Остальные выходные параметры используются при формировании функции ограничений. Выбор критериев оптимальности требует глубокого понимания сущности решаемой задачи. Всесторонняя оценка эффективности и качества объекта возможна при использовании множества критериев, что приводит к многокритериальности.

Векторный характер критериев оптимальности создает проблему формирования целевой функции. Сложности создает как количество критериев, так и характер их взаимодействия. Зачастую улучшение одного из критериев приводит к ухудшению других. Поэтому при наличии векторного критерия возможно лишь некоторое компромиссное решение. В этом случае говорят о Парето-оптимальных решениях. Для нахождения Парето-оптимального решения формируют аддитивную целевую функцию вида –0

$$F(\overline{X}_{\text{эф}}) = \sum_{j=1}^n c_j F_j(\overline{X}_{\text{эф}}), \quad (8)$$

где c_j - коэффициент веса, характеризующий значимость j -го

критерия - $\sum_{j=1}^n c_j = 1, c_j > 0$.

В однокритериальных задачах критерий оптимальности скалярный, что позволяет использовать его в качестве целевой функции. В случае многокритериальной задачи для организации алгоритма поисковой оптимизации необходимо решить задачу свертки векторного критерия в скалярную целевую функцию. Данная задача может быть решена на базе различных альтернативных принципов, обуславливающих множество стратегий решения многокритериальных задач. Различают следующие виды стратегий:

- стратегия частного критерия;
- стратегия взвешенной аддитивной компенсации противоречий критериев;
- стратегия мультипликативной компенсации противоречий критериев;
- максиминная стратегия.

Стратегия частного критерия

В качестве целевой функции принимают один из критериев оптимальности – выходной параметр системы, характеризующий важнейшее ее качество. Все остальные критерии оптимальности используют для назначения ограничений. Математическая формулировка задачи имеет вид –

$$\begin{aligned} & \underset{\vec{X} \in X_p}{\text{extr}} y_k(\vec{X}); \\ & \vec{\psi}(\vec{X}) \geq 0, \\ & x_{ni} < x_i < x_{vi}, \quad i = \overline{1, m}; \\ & y_{nj} < y_j < y_{vj}, \quad j = \overline{1, n-1}; \quad j \neq k \end{aligned} \quad , \quad (9)$$

где y_k - важнейший из критериев оптимальности, y_j - остальные критерии оптимальности, m – количество управляемых параметров, n – количество критериев.

Преимущество стратегии частного критерия – простота постановки задачи оптимизации. Однако при этом по не оптимизируемым параметрам показатели эффективности системы могут оказаться на минимально допустимом уровне, что снижает эффективность полученного решения.

Стратегия взвешенной аддитивной компенсации противоречий критериев

Данная стратегия предполагает свертку всех критериев оптимальности (оптимизируемых параметров системы) путем приведения требований по направлению их изменения к единому виду. Разделим выходные параметры системы на три группы:

- y_j^+ - параметры, значения которых в процессе оптимизации необходимо увеличивать - $y_j^+ > T_j$, $j = \overline{1, q}$;

- y_j^- - параметры, значения которых в процессе оптимизации необходимо уменьшать - $y_i^- < T_i$, $i = \overline{q+1, 1}$;

- y_k^- - параметры, на значения которых установлено предельно допустимое отклонение Δy_k от заданного значения - $y_k^- = T_k \pm \Delta y_k$, $k = \overline{1+1, n}$.

T_j, T_i, T_k - граничные значения выходных параметров по условиям работоспособности системы.

Параметры третьей группы можно перевести во вторую группу следующим образом –

$$y_{k1}^- < T_k + \Delta y_k = T_{k1}, \quad k1 = \overline{1+1, n}$$

$$y_{k2}^- < -(T_k - \Delta y_k) = T_{k2}, \quad k2 = \overline{n+1, 2n-1}$$

Введем вектор весовых коэффициентов $\vec{C} = (c_1, c_2, \dots, c_N)^T$, $N = 2n - 1$, характеризующих значимость выходных параметров, и вектор нормирующих коэффициентов $\vec{Y}^0 = (Y_1^0, Y_2^0, \dots, Y_N^0)^T$ и сформируем аддитивную целевую функцию–

$$F(\vec{X}) = -\sum_{j=1}^q c_j y_j^+(\vec{X}) / Y_j^0 + \sum_{i=q+1}^N c_i y_i^-(\vec{X}) / Y_i^0, \quad (10)$$

Если в выражении (10) $y_j^+(\vec{X})$ умножить на (-1), то получим следующую математическую формулировку задачи оптимизации:

$$\min_{\vec{X} \in X_d} \sum_{i=1}^N c_i y_i(\vec{X}) / Y_i^0 \quad (11)$$

$$x_{Hj} < x_j < x_{Bj}, \quad j = \overline{1, m};$$

Весовые коэффициенты должны отвечать условиям - $\sum_{i=1}^N c_i = 1$, $c_i > 0$. При выборе нормирующих множителей \vec{Y}^0 можно

воспользоваться техническими требованиями к исследуемой системе, то есть принять их равными требованиям к техническим параметрам T_i .

Основной недостаток данной стратегии заключается в том, что алгоритм оптимизации не реагирует на ухудшение отдельных критериев. В результате может оказаться, что технические требования T_i на отдельные параметры y_i не будут выполнены и цель оптимизации не будет достигнута.

Стратегия мультипликативной компенсации противоречий критериев

В аддитивной целевой функции вида (10) осуществляется компенсация абсолютных значений нормированных критериев. Другим путем компенсации противоречий является использование принципа компенсации относительных значений критериев. Он формулируется следующим образом: суммарный уровень относительного снижения значений одних критериев не должен превышать суммарного уровня относительного увеличения других

$$\sum_{i=1}^m \Delta y_i(\bar{X}) / y_i(\bar{X}) = 0.$$

Этот принцип приводит к мультипликативной компенсации противоречий критериев. Мультипликативная целевая функция может применяться в тех случаях, когда отсутствуют условия работоспособности, накладывающие ограничения на предельно допустимые отклонения параметров от заданных значений, и когда выходные параметры не могут принимать нулевые значения. Целевая функция при этом имеет вид –

$$F(\bar{X}) = \frac{\prod_{j=1}^q y_j^+(\bar{X})}{\prod_{i=q+1}^1 y_i^-(\bar{X})}.$$

Математическая формулировка задачи оптимизации в этом случае будет иметь вид:

$$\begin{aligned} & \max_{\vec{X} \in X_d} \prod_{j=1}^q y_j^+(\vec{X}) / \prod_{i=q+1}^m y_i^-(\vec{X}) \\ & x_{Hj} < x_j < x_{Bj}, \quad j = \overline{1, m}; \end{aligned} \quad (12)$$

Данная стратегия имеет тот же недостаток, что и аддитивная компенсация противоречий, то есть улучшение одних критериев достигается за счет бесконтрольного ухудшения других.

Максиминная стратегия

Данная стратегия решения многокритериальных задач оптимизации нацелена на максимальное удовлетворение технических требований, предъявляемых к системе. В ее основе лежит идея равномерности, суть которой заключается в выравнивании всех нормированных критериев оптимальности

$$b_i y_i(\vec{X}) / Y_i^0 \rightarrow B, \quad i = \overline{1, m},$$

где B – некоторое вещественное число; b_i - коэффициенты.

Введем количественные оценки степени выполнения технических требований:

$$S_j(\vec{X}) = [T_j - y_j(\vec{X})] / |T_j| \quad \text{или} \quad S_j(\vec{X}) = [T_j - y_j(\vec{X})] / \delta_j,$$

где T_j - значение параметра технического требования, предъявляемого к выходному параметру y_j ; $y_j(\vec{X})$ - значение j -го критерия оптимальности, вычисляемое на каждом шаге процесса оптимизации \vec{X} ; δ_j - интервал допустимого изменения j -го критерия.

Все условия работоспособности системы приводятся к единому виду - $y_j < T_j$, $j = \overline{1, M}$.

Значения $S_j(\vec{X})$, $j = \overline{1, M}$ подлежат максимизации, причем в первую очередь те из них, которые оказываются наименьшими. Математическая формулировка задачи оптимизации будет иметь вид:

$$\begin{aligned} \max_{\vec{X} \in \overline{X}_d} \min_{j \in [1; M]} S_j(\vec{X}) \\ x_{ni} < x_i < x_{vi}, \quad i = \overline{1, m}; \end{aligned} \quad (13)$$

Для учета значимости выходных параметров могут вводиться коэффициенты штрафа $b_j \geq 1$. Тогда вычисление целевой функции осуществляется по формуле - $F(\vec{X}) = \min_{j \in [1; M]} [b_j S_j(\vec{X})]$.

В качестве δ_j могут быть использованы разности максимального и минимального значений j -го выходного параметра, полученные путем анализа уравнения регрессии $y_j = f(\vec{X})$ в пределах интервалов варьирования факторов \vec{X} или заданные технические требования на отклонение выходных параметров от нормативных значений.

При использовании максиминной стратегии влияние на целевую функцию оказывает лишь тот критерий, который в данной точке пространства управляемых параметров является наихудшим с позиции выполнения заданных технических требований. В результате происходит выравнивание оценок степени выполнения технических требований $S_j(\vec{X})$. В этом ее существенное преимущество перед другими стратегиями.

В тех точках пространства управляемых параметров, где происходит смена критерия и $S_j(\vec{X})$ в целевой функции заменяется на $S_k(\vec{X})$, целевая функция не дифференцируема. Данная особенность изменения целевой функции требует применения особых алгоритмов оптимизации.

Если условия работоспособности системы привести к виду - $y_j > T_j$, $j = \overline{1, M}$, то оптимизационная задача будет задачей минимакса –

$$\min_{\vec{X} \in X_D} \max_{j \in [1; M]} S_j(\vec{X})$$

$$x_{ni} < x_i < x_{vi}, \quad i = \overline{1, m};$$

Рассмотренные способы формирования целевой функции могут применяться как при детерминированных, так и при статистических критериях (*вид которых в свою очередь определяется видом используемой математической модели исследуемой системы*). Преимущество статистических критериев заключается в повышении надежности объекта, так как при этом в большей мере учитывается изменчивость различных факторов.

Выбор управляемых параметров осуществляется на основе **анализа чувствительности целевой функции** к варьированию значений внутренних параметров. Указанный анализ заключается в определении вектора чувствительности \vec{A} , элементами которого являются абсолютные коэффициенты влияния -

$$A_i = \frac{\partial F(\vec{X}^0)}{\partial x_i}, \quad i = \overline{1, m} \text{ или вектора чувствительности } \vec{B} \text{ с}$$

относительными коэффициентами влияния -

$$B_i = \frac{A_i x_i^0}{F(\vec{X}^0)}, \quad i = \overline{1, m}. \text{ Чем больше значения коэффициентов}$$

A_i и B_i , тем сильнее влияние параметра x_i на целевую функцию $F(\vec{X})$.

Универсальным и простым методом анализа чувствительности является **метод приращений**. Он основан на разложении целевой функции в окрестностях точки \vec{X}^0 в линейный ряд Тейлора и принятии допущения о не влиянии на ее значение всех параметров, кроме исследуемого:

$$F(\vec{X}) \approx F(\vec{X}^0) + \frac{\partial F(\vec{X}^0)}{\partial x_1} \Delta x_1 + \frac{\partial F(\vec{X}^0)}{\partial x_2} \Delta x_2 + \dots + \frac{\partial F(\vec{X}^0)}{\partial x_m} \Delta x_m, \Delta x_i = x_i - x_i^0$$

$$\Delta F(\bar{X}) = F(\bar{X}) - F(\bar{X}^0) \approx \frac{\partial F(\bar{X}^0)}{\partial x_i} \Delta x_i$$

$$A_i = \frac{\partial F(\bar{X}^0)}{\partial x_i} \approx \frac{\Delta F(\bar{X})}{\Delta x_i}.$$

Однако при сложном рельефе поверхности отклика возникает необходимость определения коэффициентов A_i во всей допустимой области управляемых параметров, так как в разных ее точках один и тот же управляемый параметр может оказывать существенно разное влияние. В этом случае применение метода приращений с одной стороны требует больших затрат машинного времени, а с другой стороны не гарантирует высокой точности оценки влияния параметров на целевую функцию в следствие ограниченности рассчитываемых точек и субъективности их выбора.

Анализ чувствительности можно также выполнить на основе регрессионного метода. Для этого строят линейную регрессионную модель системы на основе планирования эксперимента в области допустимых значений управляемых параметров. Регрессионная модель в этом случае имеет вид –

$$y_j(\bar{X}) = b_{0j} + b_{1j}x_1 + b_{2j}x_2 + \dots + b_{mj}x_m, \quad j = \overline{1, n},$$

где $y_j(\bar{X})$ - j -й критерий оптимальности; b_{ij} - коэффициенты регрессии, которые имеют смысл абсолютных коэффициентов влияния x_i на $y_j(\bar{X})$. Если b_{ij} разделить на b_{0j} , то получим коэффициенты относительного влияния.

Регрессионный метод анализа чувствительности позволяет получить интегральную оценку влияния управляемых параметров на целевую функцию, то есть во всей области их допустимых значений. В большинстве случаев этого достаточно для выбора управляемых параметров. В то же время регрессионная модель не отражает истинный характер изменения поверхности отклика в каждой точке пространства и поэтому не может быть использована для выявления локальных экстремумов.

Необходимость **нормирования управляемых параметров** обусловлена тем, что оптимизируемые параметры характеризуют

различные свойства системы и могут иметь существенно разные численные значений, что осложняет выбор величины шагов в их пространстве и снижает эффективность алгоритма поиска экстремума целевой функции. Данная операция осуществляется по аналогии с нормированием значений факторов при разработке регрессионных моделей.

Практическое задание:

1. Изучить теоретический материал.
2. Составить личный тезаурус «Оптимизация параметров технических объектов».
3. Из пройденных дисциплин произвести научное исследование на любую выбранную тему.

Практическая работа №6 «Аппроксимация экспериментальных данных»

Краткие теоретические сведения

Аппроксимация – это процесс подбора эмпирической функции $\varphi(x)$ для установления из опыта функциональной зависимости $y=\varphi(x)$. Пусть величина y является функцией аргумента x . Это означает, что любому значению x из области определения поставлено в соответствии значение y . Вместе с тем на практике часто неизвестна явная связь между y и x , т.е. невозможно записать эту связь в виде $y=f(x)$. Наиболее распространенным и практически важным случаем, когда вид связи между параметрами x и y неизвестен, является задание этой связи в виде некоторой таблицы $\{x_i, y_i\}$. Это означает, что дискретному множеству значений аргумента $\{x_i\}$ поставлено в соответствие множество значений функции $\{y_i\}$ ($i=0,1,n$). Эти значения - либо результаты расчетов, либо экспериментальные данные. На практике могут понадобиться значения величины y и в других точках, отличных от узлов x_i . Однако получить эти значения можно лишь путем очень сложных расчетов или проведением дорогостоящих экспериментов. Таким образом, с точки зрения экономии времени и средств появляется необходимость использования имеющихся табличных данных для приближенного вычисления искомого параметра y при любом значении (из некоторой области) определяющего параметра x , поскольку точная связь $y=f(x)$ неизвестна. Этой цели и служит задача об аппроксимации функций: данную функцию $f(x)$ требуется приближенно заменить (аппроксимировать) некоторой функцией $g(x)$ так, чтобы отклонение (в некотором смысле) $g(x)$ от $f(x)$ в заданной области было минимальным. Функция $g(x)$ при этом называется аппроксимирующей.

Обычно определение параметров при известном виде зависимости осуществляют по методу наименьших квадратов. Метод наименьших квадратов позволяет по экспериментальным данным подобрать такую аналитическую функцию, которая проходит настолько близко к экспериментальным точкам, насколько это возможно. Именно поэтому он является полезным при обработке экспериментальных данных.

Аппроксимация экспериментальных данных в программе Microsoft Excel

Microsoft Excel (также иногда называется Microsoft Office Excel) — программа для работы с электронными таблицами, созданная корпорацией Microsoft для Microsoft Windows, Windows NT и Mac OS. Она предоставляет возможности экономико-статистических расчетов, графические инструменты и, за исключением Excel 2008 под Mac OS X, язык макропрограммирования VBA (Visual Basic для приложений). Microsoft Excel входит в состав Microsoft Office и на сегодняшний день Excel является одним из наиболее популярных приложений в мире.

В MS Excel аппроксимация экспериментальных данных осуществляется путем построения их графика (x – отвлеченные величины) или точечного графика (x – имеет конкретные значения) с последующим подбором подходящей аппроксимирующей функции (линии тренда).

Возможны следующие варианты функций:

- Линейная – $y=ax+b$. Обычно применяется в простейших случаях, когда экспериментальные данные возрастают или убывают с постоянной скоростью.

- Полиномиальная – $y=a_0+a_1x+a_2x^2+\dots+a_nx^n$, где до шестого порядка включительно ($n \leq 6$), a_i – константы. Используется для описания экспериментальных данных, попеременно возрастающих и убывающих. Степень полинома определяется количеством экстремумов (максимумов или минимумов) кривой. Полином второй степени можно описать только один максимум или минимум, полином третьей степени может иметь один или два экстремума, четвертой степени – не более трех экстремумов и т.д.

- Логарифмическая – $y=a \cdot \ln x + b$, где a и b – константы, \ln – функция натурального логарифма. Функция применяется для описания экспериментальных данных, которые вначале быстро растут или убывают, а затем постепенно стабилизируются.

- Степенная – $y=b \cdot x^a$, где a и b – константы. Аппроксимация степенной функцией используется для экспериментальных данных с постоянно увеличивающейся (или убывающей) скоростью роста. Данные не должны иметь нулевых или отрицательных значений.

- Экспоненциальная – $y=b \cdot e_{ax}$, a и b – константы, e – основание натурального логарифма. Применяется для описания

экспериментальных данных, которые быстро растут или убывают, а затем постепенно стабилизируются. Часто ее использование вытекает из теоретических соображений.

Степень близости аппроксимации экспериментальных данных выбранной функцией оценивается коэффициентом детерминации (R^2). Таким образом, если есть несколько подходящих вариантов типов аппроксимирующих функций, можно выбрать функцию с большим коэффициентом детерминации (стремящимся к 1).

Аппроксимация экспериментальных данных в программе MathCAD

MathCAD — это специфический язык программирования, который позволяет облегчить решение математических уравнений. MathCAD — система компьютерной алгебры из класса систем автоматизированного проектирования, ориентированная на подготовку интерактивных документов с вычислениями и визуальным сопровождением, отличается легкостью использования и применения для коллективной работы. MathCAD идеально подходит для осуществления математического моделирования — осуществляя решение разного рода уравнений и создавая отчет о полученных результатах.

В MathCAD совсем немного типов данных по сравнению с универсальными языками программирования — всего три. Кратко охарактеризуем их (более детально они будут описаны позже).

Числа (как действительные, так и комплексные): все числа MathCAD хранит в одном формате (с плавающей точкой двойной точности), не разделяя их на целые и действительные. На одно число выделяется 64 бита. При этом десятичная часть не может превышать по длине 17 знаков, а порядок должен лежать между -307 и 307 . Комплексные числа на уровне реализации представляют собой пару действительных чисел. При этом во многих видах расчетов число воспринимается как комплексное, даже если у него нет мнимой части. Описанные особенности чисел в MathCAD касаются только численных расчетов. При работе в символьном режиме совершенно другие уровни точности.

Строки: в общем случае любой текст, заключенный в кавычки. На практике строки используются в основном для задания сообщений об ошибках, возникших при работе программ на языке MathCAD.

Массивы: к ним относятся матрицы, векторы, тензоры, таблицы — любые упорядоченные последовательности элементов

произвольного типа. К данным этого типа можно отнести и ранжированные переменные. В отдельную группу следует выделить так называемые размерные переменные, то есть единицы измерения, имеющие огромное значение в науке и технике. В MathCAD нет логического типа данных. Для обозначения истины и лжи логическими операторами и функциями используются числа — 0 и 1.

В MathCAD существует несколько функций, позволяющих выполнить регрессию с использованием зависимостей, наиболее часто встречающихся на практике. Таких функций в MathCAD всего шесть. Вот некоторые из них:

$\text{expfit}(vx,vy,vg)$ - регрессия экспоненциальной функцией $y=a*e^{b*x}+c$.

$\text{sinfit}(vx,vy,vg)$ - регрессия синусоидальной функцией $y=a*\sin(x+b)+c$.

$\text{pwrfit}(vx,vy,vg)$ - регрессия степенной функцией $e=a*x^b +c$.

Перечисленные функции используют трехпараметрическую аппроксимирующую функцию, нелинейную по параметрам. При вычислении оптимальных значений трех параметров регрессионной функции по методу наименьших квадратов возникает необходимость в решении сложной системы из трех нелинейных уравнений. Такая система часто может иметь несколько решений. Поэтому в функциях MathCAD, которые проводят регрессию трехпараметрическими зависимостями, введен дополнительный аргумент vg . Данный аргумент - это трехкомпонентный вектор, содержащий приблизительные значения параметров a, b и c , входящих в аппроксимирующую функцию. Неправильный выбор элементов вектора vg может привести к неудовлетворительному результату регрессии. В MathCAD существуют средства для проведения регрессии самого общего вида. Это означает, что можно использовать любые функции в качестве аппроксимирующих и находить оптимальные значения любых их параметров, как линейных, так и нелинейных. В том случае, если регрессионная функция является линейной по всем параметрам, т.е. представляет линейную комбинацию жестко заданных функций, провести регрессию можно с помощью встроенной функции $\text{linfit}(vx,vy,F)$. Аргумент F - это векторная функция, из элементов которой должна быть построена линейная комбинация, наилучшим образом аппроксимирующая заданную последовательность точек.

Результатом работы функции `linfit` является вектор линейных коэффициентов. Каждый элемент этого вектора - коэффициент при функции, стоящей на соответствующем месте в векторе F . Таким образом, для того чтобы получить регрессионную функцию, достаточно скалярно перемножить эти два вектора.

Аппроксимация экспериментальных данных в программе MatLAB

MatLAB (сокращение от англ. «Matrix Laboratory») — пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений и одноимённый язык программирования, используемый в этом пакете. Язык MATLAB является высокоуровневым интерпретируемым языком программирования, включающим основанные на матрицах структуры данных, широкий спектр функций, интегрированную среду разработки, объектно-ориентированные возможности и интерфейсы к программам, написанным на других языках программирования.

Идея метода наименьших квадратов заключается в том, что функцию: $Y=f(x, a_0, a_1 \dots, a_k)$ необходимо подобрать таким образом, чтобы сумма квадратов отклонений измеренных значений y_i от расчетных u была наименьшей.

Программы, написанные на MATLAB, бывают двух типов — функции и скрипты. Функции имеют входные и выходные аргументы, а также собственное рабочее пространство для хранения промежуточных результатов вычислений и переменных. Скрипты же используют общее рабочее пространство. Как скрипты, так и функции не компилируются в машинный код и сохраняются в виде текстовых файлов. Существует также возможность сохранять так называемые `pre-parsed` программы — функции и скрипты, обработанные в вид, удобный для машинного исполнения. В общем случае такие программы выполняются быстрее обычных, особенно если функция содержит команды построения графиков.

Практическое задание:

1. Изучить теоретический материал.
2. Составить выборку из 20 элементов.
3. Произвести аппроксимацию данных с помощью MS Excel, MathCad, MatLab.

Практическая работа №7 **«Подготовка структуры своего исследования; представление стилей изложения научных работ»**

Краткие теоретические сведения

Для будущего ученого важно овладеть техникой написания статей и подготовки докладов на конференциях не только с точки зрения удовлетворения требований относительно количества и уровня публикаций, а и из позиций восприятия их слушателями и читателями. Это вменяет в обязанность к определенной логике построения доклада или статьи, высокой требовательности к их форме, стилю и языку.

Доклад - это письменное изложение развернутой устной формы выступления, которое отвечает тексту тезисов. Структурными компонентами доклада есть такие: вступление (актуальность определенных вопросов, предмет исследования, цель, задача, возможным есть определение гипотезы и т.п.); основная часть (ведущая идея, ее теоретическое доведение, авторская интерпретация проблемы; изложены основные результаты экспериментальной работы); заключительные положения (формулирование выводов, рекомендаций, определение перспектив относительно дальнейшего исследования проблемы)

Методика подготовки доклада для выступления на научной конференции есть кое-что иное. План доклада - аналогичный плану статьи. Тем не менее, специфика устной речи вызовет существенные изменения в форме и содержании. При написании доклада надо учесть, что значительная часть материала изложенному на плакатах (слайдах). На плакатах конечно, подают: математические постановки, метод решения, алгоритмы, структуру системы, схему эксперимента, выявленные зависимости в табличной или графической форме и др. Поэтому в докладе преподают комментарии (но не повторение!) к иллюстративному материалу. Это дает возможность на 20-30% сократить ее.

Объем доклада - 6-8 страниц, доклад рассчитанная на 10-20 минут выступления. Следует также иметь в виду, что за 10 минут человек может прочитать материал, размещенный на 4 страницах машинописного текста (через два интервала), тому размер доклада

конечно, есть меньше объема статьи. Кроме того, докладчик должен реагировать на предшествующие выступления за темой его доклада. Полемический характер доклада вызовет интерес слушателей и повышает их активность.

Сообщение по научной проблеме - это письменное или устное изложение результатов исследования. Определение структуры выступления обусловлено следующими факторами: темой, актуальностью проблемы, мерой научной разработанности, содержанием выполненного теоретического исследования, практической направленностью работы и т.п.. За структурой и содержанием сообщения может быть: теоретической, из опыта практической работы или в форме отчета об отдельных результатах исследования по проблеме. Однако нужно учитывать общие требования к структуре научного сообщения.

Компонентный состав структуры научного сообщения составляют:

1. Обоснование актуальности темы (вступление).

Во вступление можно включить ссылки на документы, чье-нибудь высказывание по сути проблемы, которая рассматривается. Сообщение может включать интересные цифры, фактические данные или примеры по опыту работы практиков (например, преподавателей английского языка в учебных заведениях) и т.д. Выступающим может быть высказанная собственная точка зрения на предмет актуальности темы исследования.

Конкретизация объекта (предмета) исследования. Уточнение цели (задач) исследования. Определение исследовательских приемов. Возможно ознакомление с гипотезой исследования. Изложение методологической или теоретической основы исследования (научные положения, философские, социально-психологические, педагогические и т.д. идеи и выводы). Теоретическое и практическое значение исследования.

Короткая характеристика этапов организации и проведение исследования. Возможное более подробное изложение сути и результатов проведенной опытно-экспериментальной работы.

Изложение содержания работы. В выступлении детально определяются отдельные, наиболее важные и интересные положения, приводятся сделанные авторами выводы, приводятся данные, полученные в ходе проведенного теоретического исследования проблемы или опытно-экспериментальной работы.

В ходе изложения проблемы исследования возможная презентация собственного наработанного практического материала. Выступающий может подготовить для демонстрации таблицы, схемы, графики, диаграммы, методические разработки и т.д., которые отображают результаты теоретических исследований или есть результатом практической работы преподавателя по проблеме. Методическими разработками можно считать: комплексы задач, составленные или разработанные системы упражнений для обучение детей видам языковой деятельности или для изучения аспектов языка. При презентации материала необходимо сделать комментарий или дать пояснение слушателям.

Изложение результатов научного исследования.

Готовят сообщения в письменной форме (или в форме тезисов), объемом - 4-6 страниц. Такое сообщение рассчитано на 10 минут выступления.

Если сообщения подготовлен на заседание, например, научной секции, оно всегда сопровождается ответами на вопрос присутствующих с целью более детального выяснения отдельных положений.

Следует заметить, что уровень научной и методической компетентности докладчика, как правило, определяется по следствиям его выступления и ответов на вопрос слушателей. Нами определены основные критерии оценки выступления, которые следует учитывать молодому научному работнику. Это: актуальность исследования проблемы; практическое значение и практическая направленность исследования; содержание выступления (научного сообщения); структура изложения материала исследования: логическая последовательность, наличие выводов; ответа на вопрос: умение отвечать на вопрос правильно, аргументировано выложить собственную точку зрения относительно проблемы, которое исследуется; презентация результатов теоретического или практического исследования проблемы: эмоциональность выступления; доступность изложения теоретических положений; аргументированность выводов; 7) представленный практический материал

Статья - основной вид оперативной публикации о новых исследованиях по конкретной тематике. Цель статьи состоит в представлении необходимой информации про проведенную научную работу и полученные результатов исследования. Автором

могут быть определенные дальнейшие направления теоретического или практического исследования проблемы на основании приведенных в статье результатов работы или определенные новые актуальные проблемы, которые требуют тщательного рассмотрения или исследования.

Архитектоника (внешнее структурирование) статьи имеет вид:

1) вступление - постановка проблемы в общем виде и его связь с важными практическими задачами (5-10 строк); 2) последние исследования и публикации, на которые опирается автор, выделение нерешенных частей общей проблемы, которым посвящается данная статья (обычно эта часть статьи составляет близко 1/3 страницы); ее можно назвать “исходные предпосылки”; 3) формулирование целей статьи (постановка задача); этот раздел весьма важный, так как из него читатель определяет полезность для себя данной статьи; цель статьи вытекает из постановки общей проблемы и обзора прежде выполненных исследований, то есть данная статья имеет целью ликвидировать некоторые “белые пятна” в общей проблеме (объем этой части статьи 5-10 строк); 4) изложение собственно материала исследования (5-6 страниц машинописного текста через 2 интервалы). Небольшой объем требует выделение главного в материалах исследования; иногда можно ограничиться только формулированием цели исследований, коротким воспоминанием о методе решения задачи и изложением полученных результатов; если на объем статьи нет суровых ограничений, то целесообразно описать методику исследования полнее; выводы, которые обобщают результаты исследования и определяют дальнейшие направления исследования. 5) в окончании приводятся выводы из данного исследования и кратко подаются перспективы дальнейших разысканий в этом направлении.

Требования к статье: логическая завершенность, структурированность, наличие выводов, конкретность, содержательность, актуальность, доступность изложения проблемы.

Объем статьи, как правило, ограничивается 6- 24 страницами (0,25-1,0 печ. стр.). Статья печатается в профессиональных журналах и научных сборниках за соответствующими рубриками, например, история, теория, методика, практический опыт, сравнительная педагогика. Как правило, редколлегия требует от автора написать резюме русской (если статья написана на украинском языке) или английской.

Резюме - краткое определение содержания статьи, основных положений, определенных автором. Объем резюме ограничивается 4-6 предложениями. Чтобы написать резюме на английском языке студенты надо владеть определенным терминологическим аппаратом, а такой уметь определять ведущие идеи и положение статьи средствами иностранного языка

Приводим пример резюме к статье.

Название статьи: Подготовка преподавателей высших учебных заведений к организации позааудиторной воспитательной работы

Резюме: Рассмотрена сущность понятой: «методическая работа», «компоненты воспитательной деятельности», «профессиональные знания и умения куратора академической группы». Определены основные направления, формы и содержание методической работы с преподавателями по организации воспитательной работы в высшем учебном заведении.

The theoretical definition of “the methodical work”, “educational activity components”, «professional knowledge and abilities of academic group curator» at higher schools are substantiated. The proper methodical technologies of the training of personnel are elaborated. The basic directions, content of teacher’s professional training and forms to the organisation of the educational work at higher schools are determined as well.

Тезисы - это краткое изложение основных авторских мыслей, публикация которых предусматривает ознакомление участников конференций, семинаров, симпозиумов и т.п. с результатами проведенного теоретического или практического исследования.

Тезисы - это презентация содержания доклада. Публикуются тезисы в сборниках, которые представляют собой краткую информация об актуальных проблемах, например, психолого-педагогические или вопрос. Что предложенные программой для прилюдного научного обсуждения во время конференции, методического семинара и т.п.. За структурой тезиса состоят из последовательного изложения основных теоретических положений, которые не подкрепляются фактическим материалом. Каждое положение, как правило, подается из нового абзаца. Объем тезисов -1-3 страницы.

Информация - систематизированная подача материала, без детального анализа явлений. Данная форма научного изложения материала может быть применена на семинарско-практических занятиях, если идетя, например, о любых событиях в педагогической жизни. Преподаватель может предложить сделать информационное сообщение о новинках научно-методической литературы по отдельной проблеме исследования или в виде общей информации. Материал подается детально, систематизирован, лаконично, четко и не требует выводов или комментария.

Реферат - это вид научной работы, которая предусматривает обзор соответствующих научных, литературных и других источников или изложение содержания научной работы. Реферативное исследование проблемы предусматривает освещение разных аспектов проблемы, систематизацию материала за темой, раскрытие положений и их критическую оценку. Подготовка реферата предусматривает формирование умений: доказывать актуальность проблемы, которая исследуется; определять приоритетные направления исследования; раскрывать вместо положений; систематизировать материал; давать критическую оценку научных работ исследователей; аргументировать положение, работы сравнительный анализ научной проблемы на основе обработанных теоретических положений; строить заключения относительно практического использования приобретенных знаний; раскрывать свое отношение к проблеме; составлять библиографию проблемы, которая исследуется.

Структура реферата

План (сложный)

Вступление.

В вступлении определяется актуальность проблемы исследование, конкретизируется предмет, объект, цель и задача исследования.

Основная часть (2 разделы)

Основная часть содержит научных обзор источников, критическую оценку положений; изложены результаты теоретического исследования проблемы, определены сгруппированные положения; определены приоритетные направления исследование проблемы; аргументированные отдельные положения. позиции, отношение ученых к разработке той или другой проблемы. В этой части может быть описан

практический опыт работы, например, учителей иностранного языка из реализации проблемы, которая исследуется. В выводах к каждому разделу определены основные положения или данная краткая характеристика предмету исследования.

Общие выводы (о возможности использования приобретенных знаний в научной или практической работе)

Список использованной литературы

Диссертация (лат.- рассуждение, исследование). В ней излагаются результаты научной работы, подготовленной для публичной защиты на соискание ученой степени кандидата или доктора наук. Диссертация обязательно должна содержать обоснование актуальности темы, характеристику проблемы, объекта и предмета, задач исследования, формулировку гипотезы и выносимые на защите положения, обоснование и описание методики, походка и результатов научных изысканий. Автор должен также обосновать новизну, теоретическую и практическую значимость результатов исследования.

Кандидатская диссертация должна представлять собой оригинальную научную работу, содержащую новое решение актуальной научной задачи, имеющей существенное значение для соответствующей отрасли знания. Докторская диссертация - решение крупной научной проблемы или разработку нового научного направления.

Для ознакомления научной общественности с результатами исследования небольшим тиражом (100 экз.) издается автореферат диссертации, содержащий краткое изложение содержания диссертации, объемом 1-2 печатных листа.

Монография - научная работа одного автора или коллективный труд авторского коллектива, в котором более или менее подробно излагается одна научная проблема. Если монографическая работа по объему составляет менее четырех авторских листов, она называется брошюрой.

К учебно-методическим изданиям относят: учебники, учебные пособия, учебно-методические пособия, методические рекомендации к организации самостоятельной работы, семинарско-практических занятий, методического указания к изучению тем, информационных блоков,

Учебник - учебное издание, которое содержит систематизированное изложение учебной дисциплины, отвечает программе дисциплины и официально утвержденное как такой вид издания.

Учебное пособие - учебное издание, в котором систематически излагаются основы знаемый в определенной предметной области, предназначенное для обучения студентов и учащихся. Структура и содержание пособия регламентируется содержанием государственного образовательного стандарта, а также программы учебной дисциплины для изучения которой оно подготовлено.

Учебное пособие - учебное издание, которое частично или полностью заменяет или дополняет учебник и официально утвержденное как такой вид издания. Они утверждаются Министерством образования и науки как нормативные издания с соответствующим грифом. Присвоение грифа означает, что учебник или учебное пособие отвечает установленным требованиям: содержания учебной программы дисциплины, выполнение условий относительно объема, надлежащее техническое оформление.

Структура учебников и учебных пособий:

- содержание (перечень разделов);
- вступление (или предисловие);
- основной текст;
- вопрос, тесты, задача для самоконтроля;
- обязательные и дополнительные задачи, примеры;
- справочно-информационные данные для решения задач (таблицы, схемы и т.п.);
- аппарат для ориентации в материалах книги (предметный, именной указатели).

Учебно-методическое пособие - издание, которое содержит теоретический материал, методические рекомендации из подготовки к семинарско-практическим занятиям, организации самостоятельной работы студентов

Методические рекомендации оформляются в виде советов в том, как эффективнее использовать результаты исследования при решении психолого-педагогических задач. Они, как правило, адресованы определенной категории потребителей и поэтому учитывают их специфику.

Методические рекомендации - учебно-методические издания, которые содержат дополнительную информацию (обязательного или рекомендательного характера), для выполнения практических задач, подготовки к семинарским или другим

занятиям; образцы контрольных задач; материалы к выполнению курсовых, дипломных, магистерских работ, программ практик (учебных, производственных, преддипломных)

Структура :

- содержание (перечень разделов);
- вступление (или предисловие);
- основной текст;
- вопрос, тесты для самоконтроля;
- примеры;
- справочно-информационные данные для подготовки к семинарско-практическим занятиям;
- варианты
- список использованной литературы
- список рекомендованной литературы для самостоятельной обработки.

Практикумы - методические издания, которые содержат практические задачи, упражнения, которые оказывают содействие обретению студентами определенных профессиональных умений и привычек, обеспечивают организацию контроля ЗВН из дисциплины. К виду НМВ належат: сборники задач, задач, требования к подготовке и проведение лабораторных, практических работ.

Рецензия - критическое рассмотрение одного или нескольких (обзорная рецензия) произведений в свете требований, представляющихся рецензенту обязательными. Рецензия может содержать советы и конструктивные предложения в путях разработки обсуждаемых проблем.

Депонированная научная разработка осуществляется тогда, когда исследователь заинтересован в быстром издании труда. Она освещает важные, но частные вопросы, издание которых большим тиражом нецелесообразно, потому что они предназначены для узкого круга специалистов.

Практическое задание:

1. Изучить теоретический материал.
2. Составить личный тезаурус «Подготовка структуры своего исследования; представление стилей изложения научных работ».
3. Из пройденных дисциплин произвести научное исследование на любую выбранную тему и представить научную работу в любом стиле.

Практическая работа №8
«Оформление титульного листа, библиографических ссылок,
правила оформления приложений»

Краткие теоретические сведения

Рефераты, контрольные и курсовые работы оформляются в виде текста, подготовленного на персональном компьютере с помощью текстового редактора и каждая страница печатается на принтере на листах формата А4 (210x297) с одной стороны.

Параметры шрифта: шрифт - Times New Roman, начертание - обычный, размер шрифта - 14 пунктов, цвет текста – авто (черный). Ссылки - шрифт - Times New Roman, начертание - обычный, размер шрифта - 10 пунктов.

Параметры абзаца: выравнивание текста – по ширине страницы, отступ первой строки - 1,25 мм, межстрочный интервал – полуторный.

Поля страницы: верхнее и нижнее поля – 20 мм; правое поле - 10мм, левое поле – 30 мм.

На титульном листе указывается название образовательного учреждения, тема работы, название учебной дисциплины, номер группы, форма и курс обучения, Ф.И.О. автора, Ф.И.О. научного руководителя (проверяющего), место и год выполнения работы.

Каждую структурную часть работы, за исключением разделов и подразделов, необходимо начинать со следующей страницы.

Нумерация. Страницы нумеруют арабскими цифрами с соблюдением сквозной нумерации по всему тексту. Порядковый номер ставят вверху страницы, справа. Нумерация страниц начинается с титульного листа, но на титульном листе и на странице «Содержание» номер страницы не указывается, нумерация указывается с цифры 3 (с третьей страницы).

Приложения не включают в общую нумерацию страниц работы. Приложения в работе оформляются на отдельных листах, причем каждое из них должно иметь свой тематический заголовок и в правом верхнем углу страницы надпись «Приложение» с указанием его порядкового номера арабскими цифрами.

Наименования разделов. Текст основной части разбивают на главы, разделы, подразделы. Главы, разделы, подразделы нумеруют арабскими цифрами. Номер раздела (подраздела) состоит из номера

главы и раздела (подраздела), разделенных точками. В конце номера точку не ставят, например: «1.1». Подразделы нумеруют в пределах каждого раздела.

Заголовки(заголовки 1 уровня) каждой структурной части (например, содержание, введение и т.д.) и заголовки разделов основной части печатают строчными буквами, кроме первой, по центру страницы без подчеркивания и без точки в конце. Заголовки подразделов также следует печатать по центру страницы строчными буквами, кроме первой. Точка в конце заголовка не ставится (**Размер шрифта – 14 пт., жирный**).

Пример:

Глава 1 Наименование главы

1.1...Наименование параграфа

Текст....

Оформление рисунков

Любые иллюстрации (схемы, диаграммы, графики) в работе называются *рисунками*. Навсе рисунки должны быть даны ссылки в тексте работы. Рисунки могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст).

Рисунки, (за исключением рисунков приложений) следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Если рисунок один, то он обозначается «Рисунок 1». Допускается нумеровать рисунки в пределах раздела (главы). В этом случае номер рисунка состоит из номера раздела (главы) и порядкового номера рисунка, разделенных точкой. Например, Рисунок 1.1.

Названия рисунков помещают внизу, под самим рисунком, и выравниваются по центру. В конце наименования рисунка точка не ставится.

Допускается цветное оформление рисунков.

Пример:

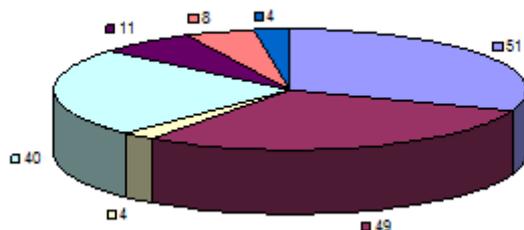


Рисунок 1 – Эффективность исполнения документов, стоящих на контроле в 2012 году

Оформление таблиц

Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Название таблицы должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой (таблица 1.1).

Название таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире. В таблицах допускается применение 12 размера шрифта.

Пример:

Таблица 1.1 – Динамика денежных доходов и сбережений населения

Годы	Денежные расходы, млрд руб.	Сбережения во вкладах и ценных бумагах, млрд руб.	Сбережения во вкладах и ценных бумагах, %
			4,3
			4,7
			4,2

Таблицу с большим количеством строк допускается переносить на другой лист (страницу). При переносе части таблицы на другой лист (страницу) слово «Таблица» и номер ее указывают один раз справа над первой частью таблицы, нижнюю горизонтальную черту, ограничивающую таблицу, не проводят; над другими частями пишут слово «Продолжение» и указывают номер таблицы, например, «Продолжение таблицы 1». При переносе таблицы на другой лист (страницу) заголовок помещают только над ее первой частью. При переносе необходимо указывать обозначение столбцов таблицы.

На все таблицы должны быть ссылки в работе. При ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера (например, «таблица 1»).

Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной буквы в единственном числе, а подзаголовки граф – со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с

пропиской буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят.

В приложении следует помещать вспомогательный материал, который при включении в основную часть работы загромождает текст и затрудняет понимание содержания и смысла.

Примечания помещают в тексте при необходимости пояснения содержания текста, таблицы или иллюстрации. Пояснения к отдельным данным, приведенным в тексте или таблицах, допускается оформлять сносками.

При ссылках на структурную часть текста, выполняемой работы, указываются номера глав (разделов), подразделов (параграфов), формул, таблиц, рисунков, приложений, а также графы и строки таблицы данной ВКР. При ссылках следует писать: «... в соответствии с главой 2», «... в соответствии с рисунком 2», «(рисунок 2)», «в соответствии с таблицей 1», «таблица 4», «... в соответствии с приложением 1» и т.п. Рисунки (схемы, графики) и таблицы, которые располагаются на нескольких страницах, размещают в приложении.

Оформление формул

Уравнения и формулы следует выделять из текста в отдельную строку. Выше и ниже каждой формулы или уравнения должно быть оставлено не менее одной свободной строки. Если уравнение не умещается в одну строку, то оно должно быть перенесено после знака равенства (=) или после знаков плюс (+), минус (-), умножения (x), деления (:) или других математических знаков. Причем знак в начале следующей строки повторяют. При переносе формулы на знаке, символизирующем операцию умножения, применяют знак «X».

Пояснение значений символов и числовых коэффициентов приводят непосредственно под формулой в той же последовательности, в которой они даны в формуле, и начинают со слова «где», после которого двоеточие не ставится. Значение каждого символа и коэффициента следует пояснять с новой строки. Формулы в работе следует нумеровать порядковой нумерацией в пределах всей работы арабскими цифрами в круглых скобках в крайнем правом положении на уровне нижней строки формулы, к которой он относится. Например:

Годовой экономический эффект (\mathcal{E}_n) определяется формулой (1):

$$\mathcal{E}_n = \mathcal{E}_u + \mathcal{E}_{np}, \quad (1)$$

где \mathcal{E}_u – экономический эффект, полученный за счет снижения затрат на подготовку и обработку информацию;

\mathcal{E}_{np} – производственный экономический эффект, получаемый за счет снижения себестоимости выпускаемого продукта по прямым затратам, за счет увеличения прибыли, улучшения других социально-экономических показателей деятельности предприятия, фирмы.

Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой: например, (3.1).

Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в скобках: например: ... в формуле (3.10) показано...

Сокращения

В рефератах, контрольных и курсовых работах используются только *общепринятые сокращения и аббревиатуры*, если в работе принята особая система сокращений слов, наименований, то перечень принятых сокращений должен быть приведен в структурном элементе «обозначения и сокращения» после структурного элемента работы «Содержание».

Работа должна быть скреплена или оформлена в скоросшиватель.

Правила оформления библиографических ссылок

Любые заимствования из литературных источников или нормативных правовых актов (цитаты, мнения авторов, статистические сведения, ссылки на нормы действующего законодательства) должны быть оформлены библиографическими ссылками (сносками).

Библиографические ссылки оформляются в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.5 – 2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления».

При написании работы рекомендуется применять подстрочные библиографические ссылки.

Объектами составления библиографической ссылки также являются *электронные ресурсы* локального и удаленного доступа. Ссылки составляют как на электронные ресурсы в целом (электронные документы, базы данных, веб-страницы, порталы, сайты и т.д.), так и на составные части электронных ресурсов.

Если ссылки на электронные ресурсы включают в массив ссылок, содержащий сведения о документах различных видов, то в ссылках, как правило, указывают общее обозначение материала для электронных ресурсов со словами [**Электронный ресурс**], заключенными в квадратные скобки.

Для обозначения электронного адреса используется аббревиатура «URL» (Uniform Resource locator – унифицированный указатель ресурса).

Сведения о дате обращения к электронному сетевому ресурсу, указывают после электронного адреса. Слова «**дата обращения**» приводятся в круглых скобках после знака двоеточия и включает в себя число, месяц и год. Дата обращения — это та дата, когда автор документа, составляющий ссылку, данный электронный ресурс открывал, и этот документ был доступен:

Жизнь прекрасна, жизнь трагична... [Электронный ресурс]: 1917 год в письмах А. В. Луначарского, А. А. Луначарской / отв. сост. Л. Роговая; сост. Н. Антонова; Ин-т «Открытое о-во». М., 2001. URL: <http://www.auditorium.ru/books/473/> (дата обращения: 17.04.2006).

О введении надбавок за сложность, напряженность и высокое качества работы [Электронный ресурс]: указание М-ва соц. защиты Рос. Федерации от 14 июля 1992 г. № 1-49-У. Документ опубликован не был. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

Жилищное право: актуальные вопросы законодательства: электрон. журн. 2007. №1. URL: <http://www.gilpravo.ru> (дата обращения: 20.08.2007).

Для записей на электронные ресурсы при наличии в тексте библиографических сведений, идентифицирующих электронный ресурс удаленного доступа, допускается в подстрочной ссылке указывать только его электронный адрес.

Электронный архив В.И. Вернадского. URL: <http://vernadsky.lib.ru>. (дата обращения: 25.10.2012).

Или

Если о данной статье говорится в тексте документа:

URL: <http://vernadsky.lib.ru>. (дата обращения: 25.10.2012).

Правила оформления библиографических списков

Библиографический список является составной частью любой учебной или научно-исследовательской работы, позволяющей судить о степени изученности исследуемой проблемы.

Библиографический список должен иметь сквозную порядковую нумерацию включенных в него документов. Сведения об источниках нумеруются арабскими цифрами.

В список включаются все материалы, используемые при выполнении работы.

Библиографический список начинается с нормативных актов, которые располагаются по юридической силе в порядке обратной хронологии опубликования документов:

- Конституция РФ;
- законы РФ о поправках к Конституции РФ;
- федеральные конституционные законы;
- международные договоры РФ и СССР, а также акты международных организаций, органов и конференций;
- федеральные законы, в том числе кодексы;
- действующие законы СССР, законы РСФСР, законы РФ (принятые до 1993 г.);
- указы и распоряжения Президента РФ;
- постановления Совета Федерации и Государственной Думы Федерального Собрания РФ, а также действующие правовые акты Съезда народных депутатов, Верховного Совета СССР и РСФСР;
- постановления и распоряжения Правительства РФ;
- нормативные правовые акты федеральных министерств;
- правовые акты других федеральных органов;
- нормативные правовые акты органов государственной власти субъектов РФ,
- муниципальные правовые акты;
- иные правовые акты (исторические документы, недействующие правовые акты и акты, не имеющие юридической силы).

Остальная литература (ГОСТы, статистические сборники, документы и материалы государственных архивных учреждений, монографии, учебники и учебные пособия, диссертации, авторефераты диссертаций, научные статьи, сборники и т.д.) располагаются в алфавитном порядке.

В конце списка приводятся описания источников на иностранных языках.

Сведения о нормативных актах и статьях из периодических и продолжающихся изданий приводятся с обязательным указанием источника опубликования.

При описании электронного документа из сети Интернет или электронного носителя, в источнике необходимо указать адрес сервера, базы данных или другое обозначение самого электронного носителя.

Примеры библиографического описания различных видов изданий:

Книга с одним автором

Петкова, С.М. Справочник по мировой культуре и искусству / С.М. Петкова. – Ростов н/Д : Феникс, 2007. – 506 с.

Книга с двумя авторами

Садохин, А.П. История мировой культуры: учеб. пособие / А.П. Садохин, Т.Г. Грушевицкая. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. – 975 с.

Книга с тремя авторами

Мартусевич, Р.А. Государственно-частное партнерство в коммунальном хозяйстве / Р.А. Мартусевич, С.Б. Сиваев, Д.Ю. Хомченко. – М.: Фонд «Институт экономики города», 2006. - 244 с.

Практическое задание:

1. Изучить теоретический материал.
2. Составить личный тезаурус «Оформление титульного листа, библиографических ссылок, правила оформления приложений».
3. Из уже выполненных практических работ, выбрать любую и оформить ее в соответствии с требованиями.

Практическая работа №9
«Составление тезисов своего исследования. Подготовка
доклада к научно-практической конференции»

Краткие теоретические сведения

Согласно словарным определениям, тезис – это доказываемое положение или утверждение.

Тезисы доклада, статьи или другого объемного (как правило – текстового) материала – совокупность отдельных положений, логически связанных друг с другом. При этом часто подразумевается, что их доказательство имеет место в тексте основной (объемной) публикации.

Основная цель написания любых тезисов - обобщить имеющийся материал, дать его суть в кратких формулировках, раскрыть содержание относительно большой по объему публикации или доклада; глубоко разобраться в вопросе, проанализировать его и создать возможность противопоставления своих мыслей мыслям других, либо дополнение последних.

Главное отличие тезисов от других научных текстов – малый объем (2-3 печатные страницы), в котором необходимо изложить все основные идеи доклада (статьи). Именно по качеству тезисов читатели будут судить о всей работе педагога целиком и принимать решение о необходимости познакомиться с опытом его работы в полном объеме.

Неудачно написанные тезисы способны отпугнуть читателя от интересной работы. И наоборот, удачно составленный текст тезисов привлекает внимание и к научному материалу или практическому опыту. Конечно, во многом качество тезисов определяется реальным содержанием работы, но и его можно либо испортить, либо выгодно представить.

Любые тезисы могут быть отнесены к одному из двух основных типов:

1. Тезисы, составленные по публикации другого автора.
2. Тезисы, написанные на основе собственного оригинального накопленного опыта.

В первом случае автор тезисов заранее не знаком с материалом и должен его тщательно изучить. Поэтому после предварительного ознакомления текст читают вторично. При этом

разбивают текст на ряд отрывков. Далее находят в каждой части выделенного текста то, что определило первоначальное его членение; выписывают или временно просто отмечают это главное в самом тексте публикации. Затем, хорошо продумав выделенное, уяснив его суть, формулируют отдельные положения. Это и будут тезисы.

Ко второму типу как раз и относятся тезисы научных работ – докладов, презентаций, статей и др. В этом случае подразумевается, что автор хорошо знает вопрос и его основной задачей является краткое и емкое выражение этого вопроса в письменной форме. Последнее не всегда удается легко и быстро сделать, однако по окончании работы по написанию тезисов оказывается, что понимание описываемого вопроса или материала стало глубже, нередко появляются новые идеи, становится легче объяснять другим суть своей работы.

Облегчению этой задачи и посвящено данное руководство.

2. Классификация тезисов на основе практического опыта педагогов

Такие тезисы могут быть представлены двумя основными группами:

1. Написанные по уже имеющемуся материалу (большому докладу, с которым выступал педагог на заседаниях школьных и городских методических объединений).

2. Написанные до того, как составлен доклад.

В первом случае основной сложностью при составлении тезисов является необходимость значительного уменьшения объема печатного текста при максимальном сохранении его содержания. Чем хуже автор владеет материалом, тем труднее ему выразить свои мысли кратко. В такой ситуации поможет тот же рецепт, что и при составлении тезисов по материалам другого автора (приведены в предпоследнем абзаце Введения).

Наиболее часто встречается ситуация второго типа – когда вначале пишут тезисы, которые со временем автор расширяет до размеров статьи. Именно так преимущественно и поступают авторы тезисов докладов, представляемых на научные конференции.

Основная сложность работы в этом случае заключается в том, что автор не до конца сформировал свое представление о том, что хочет написать. В научных исследованиях это является нормальной

ситуацией. Вначале появляется идея, которую хочется записать. Запись будет краткой, т.к. кроме нее писать нечего. Далее хочется сделать эту идею достоянием общественности – и автор садится за написание тезисов, которые потом отправит на конференцию. Чтобы сделать идею понятной читателю, необходимо ее аргументировать, ввести читателя в проблему, изложить другие аспекты работы. Первоначальное описание всех этих аспектов такое же короткое, как и описание самой идеи. Весь текст умещается на 1-2 страницах – тезисы готовы.

Дальнейший материал данного руководства сфокусирован именно на этом тяжелом случае.

Можно выделить три основных типа тезисов:

К постановке проблемы

Результаты деятельности

Новая методика работы

Каждый тип предъявляет довольно жесткие требования к структуре работы.

Что предполагают эти варианты?

3. Типовая структура тезисов

При написании тезисов типа "К постановке проблемы" необходимо представить следующие блоки информации:

Краткое вступление (актуальность темы).

Цель работы (поставить проблему/задачу).

Обзор существующих точек зрения на проблему, или описание ситуации в предметной области.

Некоторые собственные мысли на эту тему.

Предполагаемые исследования.

Вывод (какая задача или проблема ставится для последующего решения).

При написании тезисов типа "Результаты деятельности" необходимо представить следующие блоки информации:

Краткое вступление, постановка проблемы.

Цель работы (исследовать что-то конкретное).

Базовые положения исследования или гипотеза (в случае экспериментального исследования).

Примененные методы и технологии

Промежуточные результаты (при необходимости).

Основные результаты.

Интерпретация + выводы.

При написании тезисов типа "Новая методика работы" необходимо представить следующие блоки информации:

Краткое вступление, описывающее задачи, для решения которых необходима разрабатываемая методика, область применения методики (актуальность).

Цель работы (разработать такую-то методику).

Описание существующих методик.

Описание новой методики.

Описание результатов применения.

Оценка преимуществ и ограничений новой методики.

Выводы.

4. Оформление тезисов

Требования к оформлению тезисов определяются оргкомитетом конференции, Педагогических чтений и доводятся до сведения всех потенциальных участников. Их необходимо неукоснительно соблюдать, т.к. любое нарушение требований приводит к значительному увеличению затрат на составление сборника тезисов, что может послужить причиной отказа со стороны оргкомитета.

Обычный объем тезисов устанавливается равным 2-3 страницам печатного текста. Реже его указывают в количестве слов или знаков. Наиболее часто встречающиеся требования к оформлению тезисов (шрифт Times New Roman, 14, интервал одинарный, формат-документ Word), 1 страница печатного текста составляет около 45 строк или 5-7 средних абзацев. При этом заметную часть занимает заголовок, фамилии авторов и названия образовательных учреждений, где они работают. В общем, это совсем небольшой объем, доступный для внятного изложения мыслей автора.

5. Алгоритм написания тезисов

Определитесь, к какому типу будут относиться ваши тезисы и выберите соответствующую структуру.

Четко представьте себе, что будет основным результатом или выводом вашей работы.

Подберите рабочее название тезисам. При этом необходимо одновременно учитывать:

- выбранный выше тип тезисов,
- основной результат/вывод вашей работы и ее фактическое содержание, которое будет описано в тезисах.

В то же время, любую работу можно представить с различных точек зрения. Помните – название определяет все остальное содержание тезисов («Как яхту назовем, так она и поплывет»).

6. Составьте структуру тезисов согласно обязательным разделам тезисов выбранного вами типа, указанным выше. Подумайте, о чем пойдет речь в каждом разделе и напишите его основную идею (тезис) одним - предложением напротив каждого раздела. Обычно одному разделу в тексте тезисов (точнее – каждой идее) соответствует один абзац. Если у вас оказалось в одном разделе несколько идей, значит, этот раздел будет состоять из нескольких абзацев. Таким образом, вы получили подробный план ваших тезисов - основное содержание по каждому абзацу.

7. Внимательно прочитайте написанное и проверьте, достаточно ли этих разделов и абзацев для полного раскрытия темы. Если недостаточно – допишите. Составленные вами идеи каждого абзаца должны быть выстроены логически так, чтобы доказать основную идею всей работы – результат/вывод ваших тезисов (самый последний раздел тезисов любого типа), которые вы определили на этапе 2 данного алгоритма. При необходимости, поменяйте порядок следования абзацев, уточните формулировки. Возможно, вам захочется внести корректировки в название работы.

8. Внимательно прочитайте требования к оформлению тезисов, обратив внимание на их объем. Выразите его в количестве строк соответствующего шрифта и распределите (примерно) этот объем между отдельными разделами и абзацами. Таким образом, вы получили подробный план ваших тезисов. Можно переходить к их написанию.

9. По очереди, начиная с первого абзаца, излагайте свои мысли, стараясь уложиться в отведенный для них объем. После написания первого абзаца переходите ко второму и т.д.

10. Прочитайте весь получившийся текст целиком. Отредактируйте переходы между абзацами, само содержание абзацев. Очень вероятно, что в процессе написания у вас появились новые соображения по тезисам. Если считаете необходимым, внесите их в план, начиная с п. 4 данного алгоритма, и повторно пройдите пп. 4-8. По объему отдельные абзацы могут отклониться от первоначального плана. В этом нет ничего страшного – кроме вас этот план был никому не известен. Важно, чтобы основной результат/вывод вашей работы был хорошо аргументирован.

11. Проверьте соответствие получившихся тезисов заданному общему объему. Если их размер несколько больше – найдите и сократите второстепенные детали, измените отдельные фразы, которые помогут избавиться от неполных строчек и др.

12. Оформите тезисы согласно всем требованиям оргкомитета.

13. Покажите их научному руководителю, своим знакомым, чтобы выслушать их мнение по содержанию, аргументации, стилю работы. Внесите исправления и дополнения, которые посчитаете существенными.

14. Отправьте готовые тезисы в оргкомитет конференции.

Некоторые общие требования к написанию тезисов

Каждое утверждение (тезис) должно быть кратким и ёмким.

Каждое утверждение должно быть обосновано либо логикой, либо эмпирикой.

Не «переписывайте» Internet и учёные статьи.

Не пишите доклады, рефераты, теоретические записки.

Не стремитесь рассмотреть в тезисах решение проблемы, тезисы – это аналитический труд по выбранной теме.

Соблюдайте научный стиль изложения меньше эмоций – выше результативность.

Даже неподготовленный читатель должен понять ваш текст.

Пример тезисов типа "Результаты исследования"

УДК: 629.735.071

Д.С. Коптев

*ФГБОУ ВО «Юго–Западный государственный университет»,
Курск*

СНИЖЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ КАК ФАКТОР ВЛИЯНИЯ НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПИЛОТА В ПРОЦЕССЕ ПОЛЁТА

Ускоренная модернизация современных технических средств обеспечивает необходимую платформу для роста тактико-технических характеристик летательных аппаратов. Однако физиологические возможности организма пилота ограничены в силу ряда причин: перепады

давления, недостаточность кислорода, большие перегрузки и др., что является барьером для дальнейшего наращивания технического потенциала авионики. В статье рассмотрены механизмы влияния пониженного атмосферного давления на физиологическое состояние пилота в процессе полёта и проведена оценка степени влияния указанного фактора и его переносимости организмом на основе аналитических методов и исходных экспериментальных данных.

Ключевые слова: полётный фактор, функциональное состояние, парциальное давление, гипоксия, безопасность полётов.

Введение. Поддержка должного уровня безопасности полетов, качественное выполнение своих профессиональных обязанностей оператором в эргатической системе «экипаж – самолет – окружающая среда» полностью определяется в первую очередь функциональным состоянием организма пилота, определяющим его работоспособности. Следует отметить, что лётный труд является особенным, потому что осуществляется в отрыве от земли, на разных высотах и скоростях полета, при различной продолжительности, в простых и сложных метеорологических условиях, с быстроменяющимися климатическими условиями. Охарактеризовать данный труд можно как умственно-физический, эмоционально насыщенный и достаточно напряженный.

В Российской Федерации на законодательном уровне официально действуют требования 101-й поправки Международной организации гражданской авиации (ИКАО) по обеспечению безопасности полетов воздушных судов (ВС). Так, организация, ответственная за конструирование или изготовление ВС обязана внедрить систему управления безопасностью полетов (СУБП), выполняющую функции выявления рисков безопасности полетов и принятия корректирующих мер, обеспечивающих заданный уровень безопасности полетов [1].

Весьма актуальным направлением модернизации СУБП является её обеспечение средствами мониторинга физиологического состояния пилота воздушного судна, задачей которых является минимизация влияния человеческого фактора в авиакатастрофах в течение ближайших 5-6 лет [2]. Однако, проектирование и изготовление подобных средств контроля, а также разработка медицинских рекомендаций по повышению переносимости лётной деятельности является невозможным без

учета и понимая механизмов влияния полётных факторов, чем и объясняется актуальность данной работы.

Материалы и методы исследования. Пилотирование высокоскоростных, а также маневренных самолетов сопровождается нарастающим воздействием на организм пилота целого комплекса неблагоприятных факторов, таких как: большие и длительные перегрузки (5-12 ед.) с высоким градиентом нарастания, интенсивная рабочая нагрузка, угловые ускорения, периоды околонулевых и отрицательных перегрузок продолжительностью до 30 секунд, резкие изменения барометрического давления, шумы и вибрации, кратковременное кислородное голодание, выход за границы температурного диапазона, нарушение работы системы обеспечения жизнедеятельности.

Совокупное влияние этих факторов на организм пилота зачастую сопровождается нарушением нормального функционального состояния, возникновением утомления и переутомления, расстройствами зрительного восприятия, а также снижением уровня активности, бдительности и качества выполнения профессиональных обязанностей, вплоть до потери работоспособности [3]. В рамках данной статьи ограничимся рассмотрением такого фактора как снижение атмосферного давления.

Атмосферное давление является одним из основных факторов, влияющих на условия полёта. Обеспечение заданного уровня работоспособности пилота достигается своевременным получением необходимого количества кислорода совместно с вдыхаемым воздухом, состав которого показан на рисунке 1.

Все окислительно – восстановительные процессы в организме человека могут быть осуществлены вследствие наличия в атмосферном воздухе молекулярного кислорода. С набором высоты парциальное давление кислорода, под которым следует понимать часть общего давления всей газовой смеси, приходящуюся на его долю, уменьшается.

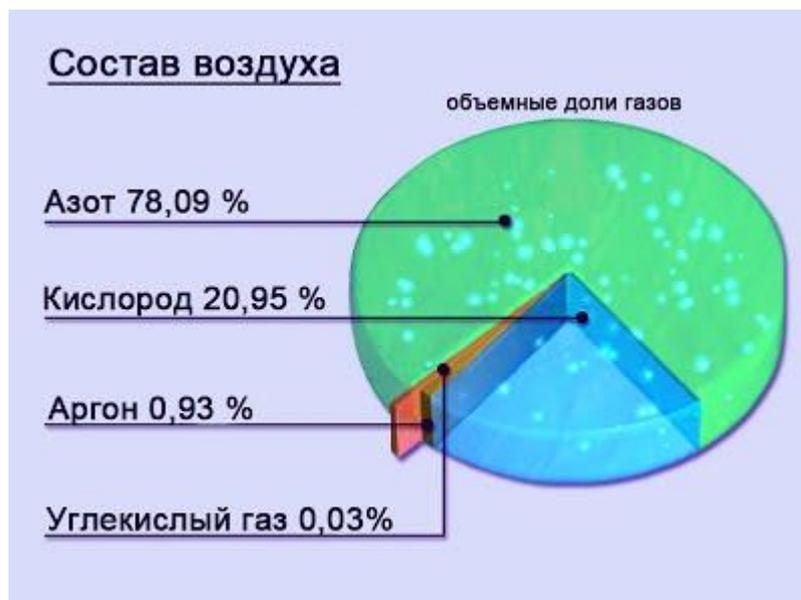


Рисунок 1 – Состав воздуха в атмосфере (в процентах)

Однако парциальное давление водяных паров и углекислого газа в альвеолярном воздухе практически не изменяется, что является причиной уменьшения давления кислорода в альвеолярном воздухе. Указанное обстоятельство затрудняет процесс кислородного обмена в органах и тканях и является в свою очередь причиной гипоксии (кислородного голодания).

Наблюдается снижение уровня работоспособности во всей системе эргатического типа «пилот – воздушное судно – окружающая среда». У пилота проявляется снижение концентрации внимания, в разы возрастает число ошибочных действий, большинство из которых обусловлено некорректной оценкой временных интервалов. Причиной этому является гипоксическая гипоксия, которая возникает вследствие понижения парциального давления кислорода во вдыхаемом воздухе [5].

Уровень барометрического давления 642 – 567 мм. рт. ст. – это тот уровень, который поддерживается в полётных условиях и на сегодняшний день имеется тенденция к его увеличению в целях роста уровня безопасности полетов на самолетах гражданской и военной авиации, как в России, так и за рубежом [6]. В таблице 1 приведены результаты исследования изменения физиолого – гигиенических показателей кислородного обеспечения пилота при поддержании абсолютного давления воздуха в кабине экипажа в пределах от 690 до 567 мм. рт. ст. (таблица 1) [7-8].

Таблица 1 – Физиолого-гигиенические характеристики условий кислородного обеспечения пилотов и пассажиров при поддержании абсолютного давления воздуха в кабине экипажа от 690 до 567 мм. рт. ст.

Изменение физиолого – гигиенических показателей					
Внешняя среда		Кислород в организме			
		Парциальное давление кислорода, мм рт. ст.		Насыщение крови кислородом, %	
Барометрическая высота в кабине экипажа пассажирских салонах, км	Барометрическое давление воздуха в кабине экипажа, пассажирских салонах, мм рт. ст.	в атмосферном воздухе	в альвеолярном воздухе	в состоянии относительного покоя	при физической нагрузке 250 кгс/мин
0	760	519	104 – 108	98,6 – 98,3	94,5 – 89,6
0,8	690	145	96 – 93	98,2 – 98,0	94,2 – 89,1
1,0	674	141	94 – 90	98,0 – 97,8	93,8 – 88,5
1,2	657	137	89 – 88	97,8 – 97,6	93,4 – 88,0
1,4	642	134	88 – 86	97,4 – 97,2	93,0 – 87,4
1,6	626	131	85 – 82	97,0 – 96,8	92,7 – 87,9
1,8	611	128	81 – 79	96,5 – 96,2	92,2 – 87,1
2,0	596	125	80 – 78	96,0 – 94,0	91,6 – 86,4
2,2	581	121	76 – 72	93,2 – 93,0	90,3 – 85,6
2,4	567	118	68 – 65	92,7 – 91,2	89,2 – 84,5

Дадим интерпретацию данных таблицы графическими зависимостями (рисунки 2 – 4), наглядно демонстрирующими влияние описанных выше факторов.

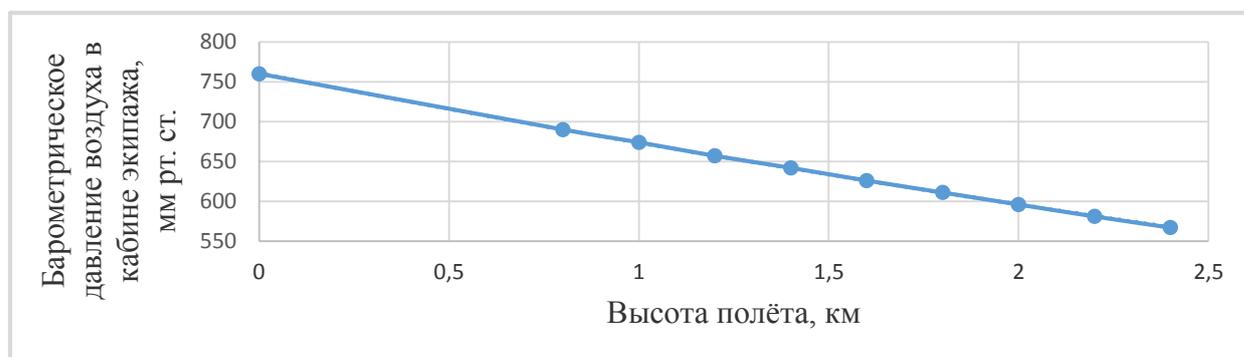


Рисунок 2 – Зависимость барометрического давления воздуха в кабине экипажа от высоты полета

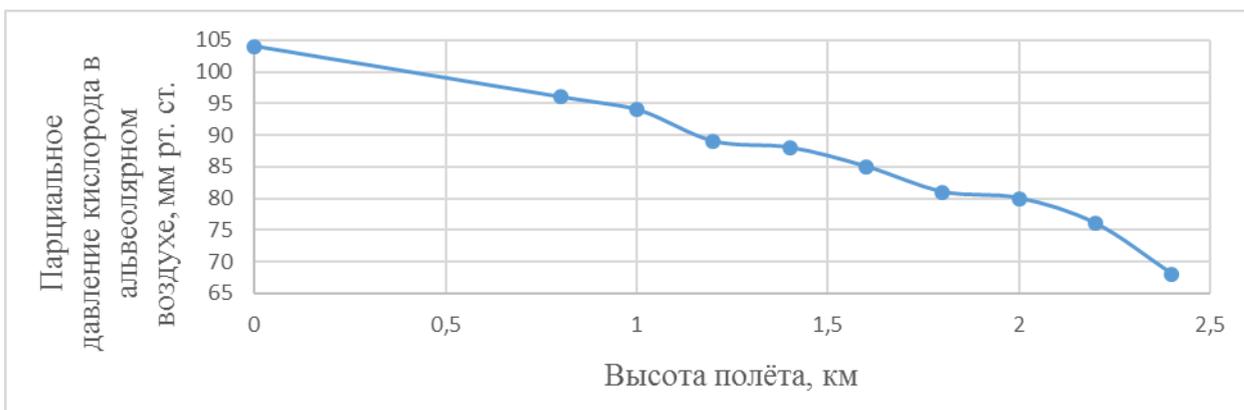


Рисунок 3 – Зависимость парциального давления кислорода в альвеолярном воздухе от высоты полёта

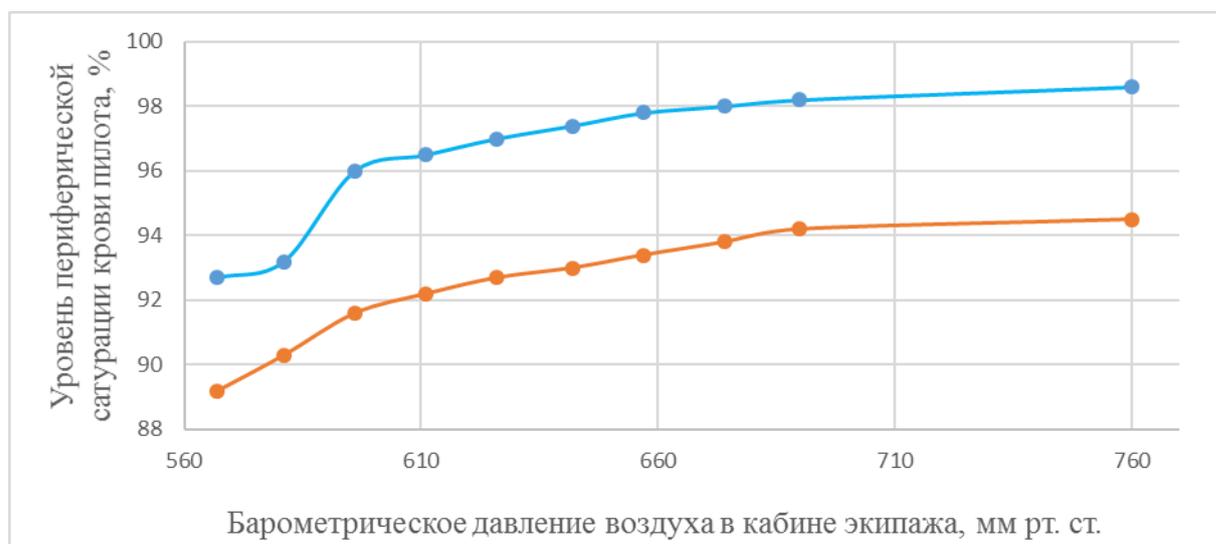


Рисунок 4 – Зависимость уровня периферической сатурации крови от барометрического давления воздуха в кабине экипажа: в состоянии относительного покоя (синий цвет), при физической нагрузке 250 кгс/мин (оранжевый цвет)

Далее, на основании материалов таблицы 1 и рисунков (2-4), проанализируем изменения физиологического состояния организма лётчика.

Результаты и их обсуждение.

Возрастание минутного объема легочной вентиляции, частоты пульса, частоты дыхания являются существенными изменениями функционального состояния организма пилота и начинают проявляться уже на высотах 2,6 – 3,0 км. Увеличение легочной вентиляции примерно на 6 – 12% фиксируется на высоте свыше 3 км и сопровождается состоянием общей вялости, сонливостью, одышкой при незначительной мышечной напряженности, ощущением тяжести в голове, возникновением головокружения.

Уровень периферической сатурации крови на высоте 2,6 км в состоянии покоя составляет 90,1 – 89,5%, однако при физической нагрузке он снижается до 85,2 – 83,4% [9].

На высотах 4 – 7 км кислородный баланс всех органов не удается обеспечить без включения имеющихся резервных возможностей организма пилота. Снижается способности адекватного восприятия полётной картины, наблюдается усталость, в некоторых случаях проявляется эйфория. Минутный объем легочной вентиляции увеличивается на 16 – 18 %. Следствием кислородного голодания является нарушение необходимых окислительно – восстановительных реакций организма, наблюдается усиленное потоотделение, ведущее к потере жидкости организмом.

При полётах на высотах от 8 до 11 км к указанным негативным факторам добавляется чувство вздутия живота и, как следствие, появление болевого синдрома, сила которого варьируется при естественном отхождении газов.

Заключение.

Таким образом, следствием влияния уменьшения атмосферного давления является снижение парциального давления кислорода в альвеолярном воздухе, что приводит к гипоксии, начальное проявление которой характеризуется ухудшением внимания, рассеянностью, плохой концентрацией. Дальнейшее развитие гипоксии проявляется в учащенном легочном дыхании, повышении частоты сердечных сокращений, изменении биохимических реакций. Следует отметить, что данные воздействия усиливаются с набором высоты, а критическое снижение уровня периферической сатурации крови (ниже 83 %) может стать опасным для жизни пилота и пассажиров экипажа.

Список литературы

1. Мухин, И.Е. Методологические основы синтеза систем диагностики технического состояния космических и летательных аппаратов: монография / И.Е. Мухин, А.И. Мухин, С.Н. Михайлов, Д.С. Коптев; Юго-Зап. гос. ун-т. - Курск, 2018. - 212 с.

2. Мухин, И.Е. Подсистема контроля физиологического состояния пилота как одного из звеньев биотехнической системы эргатического типа «пилот – самолет – окружающая среда» / И.Е.

Мухин, М.В. Дворников, Д.С. Коптев // Известия Юго-Зап. гос. ун-та. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. - 2017. - Т. 7, № 4(25). - С. 59–69.

3. Мухин, И.Е., Коптев Д.С., Шевцов А.Н., Щитов А.Н. Анализ неблагоприятных факторов, воздействующих на пилота воздушного судна в процессе полёта / И.Е. Мухин, Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов // Медико-экологические информационные технологии: сб. науч. ст. по материалам XXI Межд. науч.-техн. конф. - Курск, 2018. - С. 23-29.

4. Степановских, А.С. Экология: Учебник для вузов / А.С. Степановских. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 703 с.

5. Бурых, Э.А. Компенсаторная роль системы кровообращения при острой гипоксической гипоксии у человека / Э.А. Бурых, С.И. Сороко // Экологическая физиология. Серия: Экология человека. – 2014. - №7. – С. 30 – 36.

6. Suedfeld, P. Extreme and unusual environments: Challenges and responses / P. Suedfeld // The Oxford Handbook of Environmental and Conservation Psychology. - Oxford: Oxford University Press, 2012. - Pp. 348-371.

7. Егоров, П.И. Влияние высотных полетов на организм летчика / П.И. Егоров. - М.: Воениздат, 1937. – 177 с.

8. Основы авиационной и космической медицины: учебник / Под ред. Академика РАМН И.Б. Ушакова. – М., Фирма «Слово», 2007. – 344 с.

9. Пантюхов, А.П. Авиационная медицина: учеб. пособие / А.П. Пантюхов, Ю.А. Соколов. – Минск: БГМУ, 2013. – 355 с.

Практическое задание:

1. Изучить теоретический материал.
2. Составить личный тезаурус «Составление тезисов своего исследования. Подготовка доклада к научно-практической конференции».
3. Из уже выполненных практических работ, выбрать любую, написать к ней тезисы и подготовить доклад.