

Министерство образования и науки Российской Федерации

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

**Кафедра радиотехнических систем**

# **СИСТЕМОТЕХНИКА**

Методические указания по курсовому проектированию  
для студентов специальности 210403.65 «Защищенные системы  
связи»

Составил Шарыгин Г.С.

Томск – 2012

Г.С.Шарыгин. Системотехника. Методические указания по курсовому проектированию для студентов специальности 210403.65 «Защищенные системы связи». – Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2012. - 20 с.

*Методические указания предназначены для использования студентами и преподавателями при проведении курсового проектирования по дисциплине «Системотехника» на 5 курсе специальности «Защищенные системы связи» в Томском государственном университете систем управления и радиоэлектроники.*

*Нормативное время, отводимое на проектирование, составляет 16 часов консультаций и занятий в аудитории и 18 часов самостоятельной работы.*

*Курсовой проект по радиотехническим системам является последним курсовым проектом, выполняемым студентами в период обучения, и непосредственно предшествует дипломному проектированию. Он выполняется одновременно с заключительной частью учебно-исследовательской работы и, как правило, на ее основе.*

*Курсовой проект выполняется по индивидуальным нестандартным заданиям. Как правило, на одного руководителя приходится не более трех студентов. В случае, если руководителем курсового проекта является работник сторонней организации или научно-исследовательского подразделения университета, назначается соруководитель из числа преподавателей кафедры РТС, который несет ответственность за соблюдение требований, определенных настоящими методическими указаниями.*

## Содержание

1. Задание на курсовое проектирование .....	3
2. Организация работы над курсовым проектом .....	4
3. Изучение задания и общее описание системы .....	6
4. Постановка задачи .....	7
5. Анализ литературы и поиск аналогов .....	8
6. Метод .....	9
7. Моделирование или эксперимент .....	10
8. Разработка функциональной и структурной схем .....	11
9. Определение технических требований к элементам схем .....	12
10. Анализ системы .....	13
11. Составление и оформление отчета .....	13
Приложение 1. Форма задания на проектирование .....	17
Приложение 2. Форма титульного листа .....	19
Приложение 3. Пример оформления списка литературы .....	20

## 1. Задание на курсовое проектирование

Задание на курсовой проект составляется руководителем до начала занятий, утверждается заведующим кафедрой и выдается студенту на первом занятии по расписанию.

Первое занятие по курсовому проекту включает в себя объяснительное чтение для всей группы студентов и выдачу задания на проектирование каждому студенту. Объяснительное чтение проводит преподаватель, ответственный за контроль курсового проектирования в целом по кафедре. Выдачу заданий производят руководители проектирования.

Руководитель обязан подробно заполнить все разделы задания, подписать его и разъяснить студенту все непонятные вопросы, связанные с содержанием задания.

Студент обязан внимательно изучить задание, выяснить все непонятные вопросы, подписать задание и договориться с преподавателем о порядке консультаций по проекту.

Форма бланка задания на курсовое проектирование приведена в приложении 1. Задание может быть отпечатано на принтере или заполнено разборчиво от руки. Задание хранится у студента весь период проектирования и подшивается в пояснительную записку к курсовому проекту.

В первом пункте задания указывается наименование проектируемой системы. Наименование должно быть содержательным, то есть отражать не только класс систем (например «Радиолокатор» или «Система связи»), но и основные отличительные признаки и/или назначение данной системы: «Радиолокатор защиты хвоста самолета», «Скрытная система связи с использованием сложных сигналов».

Во втором пункте задания формулируется целевое назначение данной системы, которое в дальнейшем послужит основой для выбора критерия эффективности и будет использоваться при оптимизации построения системы. К этому пункту необходимо подойти наиболее внимательно, помня о том, что целенаправленность является основным условием системного подхода к проектированию. Цель необходимо формулировать как можно конкретнее, избегая общих и неопределенных выражений.

В третьем пункте дается краткое описание системы. Оно необходимо по двум причинам. Во-первых, описание конкретизирует название и целевое назначение системы и, во-вторых, очерчивает основную область допустимых решений при построении системы, ограничивая фантазию студента и делая его работу более конкретной, особенно на первом этапе проектирования. Здесь же следует указать основные внешние условия работы системы, Описание также отражает опыт и знания руководителя, направляет поиск студента в нужную сторону. Поскольку описание является кратким, у студента остается достаточно свободы для принятия самостоятельных технических решений и выбора вариантов построения системы.

В четвертом пункте задания указываются требуемые фиксированные или пороговые (максимальные, минимальные) значения тактических характеристик – показателей назначения и качества работы системы. Тактические характеристики – это выраженный количественно эффект, который заказчик хочет получить от работы системы (дальность действия, скорость передачи информации, погрешности определения координат и так далее). Следует отличать тактические и технические характеристики системы. Технические характеристики – это те параметры аппаратуры, которые необходимы для ее функционирования и получения нужного эффекта от ее работы. Эти параметры в задании, как правило, не указываются, а выбираются или рассчитываются самим студентом в процессе проектирования. Отдельные технические характеристики, например, длина волны или вид используемых сигналов, могут быть указаны в задании для того, чтобы уменьшить объем работы студента или сузить круг допустимых технических решений и сделать работу студента более конкретной.

Содержание курсового проекта, описываемое в пятом пункте задания, соответствует общепринятой методологии на этапе эскизного проектирования систем. По усмотрению руководителя отдельные разделы содержания работы могут быть вычеркнуты или добавлены, для чего в бланке задания предусмотрено дополнительное место.

Основные разделы отчета о проектировании, соответствующие действующему образовательному стандарту вуза ОС ТАСУР 6.1-97, перечислены в пункте 6 задания. Согласно этому стандарту, отчет именуется «Пояснительная записка к курсовому проекту». Форма титульного листа отчета приведена в приложении 2.

В пункте 7 перечисляются литературные источники, рекомендуемые руководителем для использования при проектировании. Список носит первоначальный рекомендательный характер и не исключает самостоятельной работы студента по поиску и аналитическому обзору литературы, относящейся к теме проекта.

В конце задания указываются дата выдачи задания и назначенная дата защиты отчета, а также предусмотрены подписи руководителя проектирования и студента. Подписывая задание, следует указать дату.

Следует помнить, что задание является единственным документом, который ограничивает инициативу и собственные решения студента. За все технические решения при проектировании полностью отвечает сам студент, и никакие ссылки на авторитеты или на указания руководителя, если они не отражены в задании, не могут быть приняты во внимание.

## **2. Организация работы над курсовым проектом**

Основная работа над курсовым проектом производится студентом самостоятельно. Обязательные консультации преподавателя (руководителя проекта) проводятся по расписанию из расчета примерно 0,5 часа на одну

консультацию для одного студента. Часы консультаций могут быть изменены по договоренности со студентом с обязательным объявлением на доске объявлений.

После получения задания студент должен завести особую рабочую тетрадь, в которой постоянно делать все записи, относящиеся к курсовому проектированию: выписки из литературных источников, черновые наброски, варианты схем, выводы формул, расчеты, данные о моделировании и экспериментах и так далее. После каждой консультации руководителя необходимо записывать в рабочую тетрадь основное содержание этой консультации и свое отношение к ней (понимание обсуждавшихся вопросов). Необходимо указывать дату каждой записи, сделанной в рабочей тетради.

Все непонятные вопросы следует задавать руководителю как можно раньше, что даст возможность существенно сократить начальный период и общую трудоемкость проектирования.

Примерное распределение времени проектирования по разделам работы указано в таблице.

<b>№</b>	<b>Разделы работы над проектом</b>	<b>% времени</b>
1	Изучение задания и общее описание системы	5
2	Постановка задачи разработки системы	10
3	Анализ литературы и поиск аналогов	10
4	Разработка метода и математической модели	10
5	Моделирование или эксперимент	15
6	Разработка функциональной и структурной схем	10
7	Расчеты и определение ТТ к элементам схем	15
8	Анализ показателей системы	10
9	Составление и оформление отчета	15

Вопросы, возникающие при работе над проектом, необходимо записывать в рабочей тетради, оставляя место для ответов, получаемых в дальнейшем из литературных источников или на консультациях. Одновременно с ответом необходимо указывать, откуда этот ответ получен. Не нужно стесняться задавать вопросы своим товарищам, руководителю, другим преподавателям. Иногда трудная проблема или задача, которую Вы никак не можете решить самостоятельно, может быть решена в процессе беседы или консультации за несколько минут. По согласованию с преподавателем можно задавать вопросы и получать ответы в письменной форме по электронной почте. Письменная форма вопросов дисциплинирует студента, заставляет его до конца понять то, чего он не понимает и что хочет спросить у руководителя. Письменный ответ также является более конкретным и определенным.

В случае, если один из разделов работы над проектом оказался слишком трудным и продолжительным, необходимо сделать перерыв в работе над

этим разделом и заняться остальными. После перерыва трудная проблема будет рассмотрена с других позиций, и решить ее окажется намного легче.

### **3. Изучение задания и общее описание системы**

Работу над проектом следует начинать с тщательного изучения задания и уяснения цели и назначения проектируемой системы. Если цель и назначение системы сформулированы в задании недостаточно ясно и понятно, нужно попытаться сделать это самому либо обратиться к руководителю за разъяснениями. Цель функционирования системы должна быть сформулирована в письменном виде, что позволит избежать недоговоренностей, неопределенности и т.п.

Каждое слово в задании имеет определенный смысл и несет информацию, которая должна быть понята студентом.

При изучении задания на проектирование следует, прежде всего, сравнить его содержание с формой, приведенной в приложении 1 к настоящим методическим указаниям. Если отдельные пункты задания отсутствуют или написаны неполно и неконкретно, необходимо обратиться к руководителю с просьбой внести необходимые уточнения или дополнения. Особенно это относится к пункту 3 «Краткое описание проектируемой системы». Нужно быть настойчивым и добиться подробного и ясного изложения во всех пунктах задания. Подпись студента в конце задания означает, что ему понятно содержание всех пунктов.

Особое внимание при изучении задания следует обратить на пункт 4 «Основные тактические характеристики (показатели назначения)». Сложность и трудоемкость проектирования зависят, в основном, от этих показателей. Именно эти показатели должны быть рассчитаны в разделе отчета «Анализ качественных показателей системы».

Следует также обратить внимание на возможно более полное заполнение пункта 7 «Рекомендуемая литература». Руководитель гораздо лучше студента ориентируется в опубликованных работах по теме проекта, и это его знание должно быть использовано как можно полнее.

Общее описание системы составляется студентом на основании пункта 3 задания, расширяет этот пункт задания и входит составной частью во введение пояснительной записки. В процессе этого описания должны быть перечислены и пояснены основные признаки системы: целенаправленность, выполняемые функции, сложность, степень автоматизации, наличие помех и мешающих факторов и др.

При обосновании целенаправленности следует сформулировать цель, достижению которой служат все части системы. При описании выполняемых функций необходимо перечислить все входные воздействия на систему и те преобразования, которым они подвергаются для получения необходимого выходного эффекта. Следует указать, какие входные воздействия являются случайными и почему. При обсуждении сложности системы нужно уяснить и

описать взаимозависимость параметров (характеристик) системы, их противоречивость и необходимость выбора компромисса между улучшением отдельных параметров. При определении степени автоматизации должны быть указаны функции системы, выполняемые автоматически, без участия оператора, и действия (решения), выполняемые оператором. Если система должна работать в условиях организованного или случайного противодействия, то должны быть описаны принципы и особенности этого противодействия.

#### 4. Постановка задачи

Постановка задачи является частью так называемого внешнего проектирования системы и включает в себя:

- Описание окружения системы
- Определение области допустимых технических решений, а также принятых предположений и допущений, ограничивающих выбор студента при проектировании системы и ее составных частей
- Разработку критерия эффективности для оценки предлагаемых технических решений.

При описании окружения следует перечислить и количественно охарактеризовать все входные воздействия на систему, в том числе полезные сигналы, помехи, шумы и другие мешающие факторы, характеристики входящих в систему, но не подлежащих проектированию подсистем (линий связи, ЭВМ, систем навигации или позиционирования, систем гиросtabilизации и др.), условия применения системы (место расположения, вибрации, радиация, температурные условия и пр.), если эти условия существенны для работы системы.

При определении области допустимых решений перечисляются и обосновываются те допущения, предположения и технические ограничения, которые принимаются без доказательства и либо заданы в задании, либо приняты с согласия руководителя для упрощения задачи и сокращения времени проектирования. Область допустимых решений может быть ограничена и в случае, когда требуется учесть наличие определенных комплектующих, если предполагается изготовление (макетирование) проектируемой системы.

Критерий эффективности разрабатывается и формулируется для оценки принимаемых при проектировании технических решений, сравнении между собой различных вариантов. При разработке критерия эффективности, прежде всего, перечисляются показатели назначения, указанные в задании, а также другие качественные показатели, определяющие, по мнению студента, эффективность системы. Каждый из перечисленных таким образом частных критериев эффективности должен быть количественным, иметь, по возможности, малую дисперсию (то есть быть усредненной величиной или

рассчитываться для конкретных условий), должен быть прост, иметь физический смысл, желательно, чтобы он имел теоретический предел.

После формулировки частных критериев должен быть определен один показатель, по которому и будут сравниваться между собой различные варианты построения системы. Этот показатель может быть выбран из числа частных критериев, при этом для всех остальных качественных показателей должны быть указаны крайние допустимые (фиксированные) значения. Возможно также введение целевой функции (функции потерь), функционально связывающей все частные критерии в один показатель.

## 5. Анализ литературы и поиск аналогов

Обзор и анализ литературных источников производится с целью поиска аналогов (прототипов) проектируемой системы и получения сведений, необходимых для проектирования.

Для обзора и анализа литературы используются:

- Учебники и учебные пособия, в том числе рекомендованные в программах по дисциплинам, изученным студентами.
- Монографии, рекомендованные руководителем или найденные по систематическим каталогам библиотек.
- Статьи в научно-технических и научно-популярных журналах, сборниках и других изданиях, найденные по систематическим каталогам журнальных статей или по реферативным журналам, а также через Internet.
- Патенты и авторские свидетельства, найденные по библиографическим указателям патентной литературы и через Internet.
- Научно-технические отчеты и отчеты о научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах, рекомендованные руководителем или найденные по библиографическим указателям.

Рекомендуются следующие библиографические издания.

- Реферативный журнал (СССР, Россия).
- Science Abstracts (реферативный журнал США). Series B (Electrical and Electronic Abstracts): 5210-Electromagnetic, Wave Propagation; 6310-Radar Theory; 6320-Radar Systems and Equipment; 6330-Radionavigation and Direction Finding; 7950-Radar and Tracking Systems и др.
- Government Reports Announcement and Index (GRAT – библиографический указатель отчетов о выполненных исследовательских работ во всех странах, издание США). Разделы: 2. Physic; 2.1 – Radiofrequency Waves; 3. Communication; 3.1 – Radio and Television Equipment и др.
- Реферативные базы данных по изобретениям (бесплатный доступ через Internet): <http://www.fips.ru>

Студенты, являющиеся членами IEEE <<http://www.ieee.org>>, получают дополнительный доступ через Internet к большому количеству англоязычных материалов (журнальных статей, докладов на конференциях и пр.) по



направлению, соответствующему тому конкретному обществу IEEE, членом которого является студент (см. страницу Томской студенческой группы IEEE в Internet: <http://me.tusur.ru/~tieee/>)

Как правило, первоисточники, найденные по библиографическим изданиям, оказываются недоступными. Однако в большинстве случаев указатели являются аннотированными, и имеющиеся в них аннотации можно непосредственно использовать при работе над проектом.

Выписки из литературных источников следует делать в рабочей тетради на отдельных листах. В начале каждой выписки необходимо указывать библиографические данные об источнике по форме приложения 3 к настоящим методическим указаниям.

Для найденных аналогов (прототипов) проектируемой системы нужно зарисовывать функциональные, а в необходимых случаях и принципиальные схемы, записывать основные тактико-технические показатели, ограничения, достоинства и недостатки. Тут же рекомендуется отдельно записывать собственную оценку и соображения по поводу рассматриваемой схемы или другого материала.

После сбора материала необходимо его систематизировать, дать общую оценку и сделать выводы, особо отметив достоинства и недостатки найденных аналогов с точки зрения задания на проектирование системы.

## 6. Метод

Подробная разработка метода работы системы, позволяющего реализовать поставленную при проектировании цель и получить необходимые тактические характеристики, является важнейшим этапом проектирования. Метод должен быть **выбран** из нескольких вариантов, сравниваемых по используемому критерию эффективности системы. Необходимо описать все сравниваемые методы и **обосновать** свой выбор. Основная часть вопросов, задаваемых студенту при защите проекта, относится как раз к обоснованности выбора метода работы системы.

Выбранный метод следует описать качественно и количественно. Качественное описание метода представляет собой последовательное изложение существа преобразований и обработки сигналов в системе. При этом описываются как безусловные, так и условные (логические) преобразования сигналов. Указывается, что происходит с каждым входным воздействием на систему, и какой оно вызывает выходной эффект.

Количественное описание метода представляет собой математическую модель алгоритма преобразования и обработки входных воздействий. Математические модели бывают жесткие и вероятностные, аналитические и численные. Жесткие модели однозначно связывают параметры входных и выходных сигналов, вероятностные модели связывают их законы распределения или статистические характеристики. Аналитические модели записываются в виде аналитических формул для алгоритмов преобразования

сигналов, численные модели описывают эти алгоритмы в форме блок-схемы компьютерной программы с учетом логических операций.

Прежде чем разрабатывать модель, нужно перечислить и обозначить все учитываемые входные и выходные воздействия системы, указать их размерности и ожидаемый диапазон возможных значений. После разработки модели следует проверить, все ли воздействия она учитывает, соответствуют ли размерности входных и выходных величин полученным преобразованиям. Очень полезной является проверка модели путем рассмотрения крайних (вырожденных) случаев изменения входных воздействий, например, случая отсутствия полезного сигнала или, наоборот, отсутствия помех, полностью некоррелированных или полностью коррелированных сигналов или шумов в каналах многоканальных систем и так далее.

Детальная разработка математической модели весьма облегчает дальнейшее проектирование, поскольку функциональная схема системы прямо определяется этой моделью. Кроме того, математическая модель необходима для анализа системы, то есть для определения ее тактических характеристик (показателей назначения) и сравнения их с указанными в задании.

## **7. Моделирование или эксперимент**

Для получения недостающих для проектирования данных может проводиться численный или физический эксперимент в лабораторных или натуральных условиях. Необходимость проведения эксперимента должна быть согласована с руководителем проекта и отражена в задании.

При планировании эксперимента, прежде всего, необходимо уяснить его цель, то есть обозначить те данные, которые должны быть получены с его помощью. При проектировании систем это обычно либо неизвестные условия работы системы, либо тот эффект, который вызывают заданные входные воздействия на систему, но которые в то же время не могут быть определены аналитическим путем. Примерами неизвестных условий работы системы могут быть законы распределения и/или статистические характеристики сигналов и помех в тех или иных точках функциональной схемы, ЭПР или поляризационные характеристики отраженных сигналов в радиолокации, параметры типовых изображений при их передаче по каналам связи, характеристики потока входных сигналов в системах с большой нагрузкой (телефонные сети и пр.), неизвестные технические параметры применяемых структурных элементов (микросхем, типовых узлов, блоков) и так далее. Примерами не поддающегося расчету эффекта, вызываемого входными воздействиями, могут быть, например, распределение разности фаз или других параметров случайных сигналов после сложных нелинейных или логических преобразований, степень возможного сжатия файлов изображений различного вида в компьютерных системах, взаимное влияние рядом расположенных антенн и т.п.

Данные, которые должны быть получены с помощью эксперимента, должны быть количественными. В случае лабораторного эксперимента все его условия должны контролироваться, перед началом эксперимента следует задать всю совокупность условий, которая должна быть реализована. Если эксперимент проводится в натуральных условиях, то эти условия численно не контролируются, но должны быть максимально приближены к тем, которые характерны для практической работы проектируемой системы.

Численный эксперимент (моделирование) проводится с теми же целями, что и физический, но при этом используется не реальная аппаратура, а ее математические модели. Чаще всего при этом применяется метод статистических испытаний, заключающийся в том, что в компьютере создается генератор совокупности случайных чисел, имитирующих действующие входные сигналы и другие воздействия и подчиняющихся заданным законам распределения. Полученные таким образом массивы реализаций входных воздействий пропускаются через модель системы (узла, устройства и т.д.) и превращаются в массив выходных величин. Этот массив подвергается статистической обработке (вычисление средних, дисперсии, других моментов, гистограмм и т.д.). Таким образом, реальный эксперимент заменяется виртуальным. Адекватность такого численного эксперимента определяется справедливостью использованного алгоритма (модели).

В случае проведения эксперимента или моделирования в пояснительной записке приводится его подробное описание в форме, аналогичной общепринятому построению протокола испытаний. Особое внимание должно быть обращено на описание цели, условий эксперимента, используемой аппаратуры, методику обработки данных и оценку погрешностей.

## **8. Разработка функциональной и структурной схем**

Вначале производится разработка функциональной схемы, которая представляет собой перечисление и взаимосвязь всех функциональных преобразований сигналов в системе. Функциональная схема разрабатывается на основе имеющихся аналогов (прототипов) и математической модели системы.

Для найденных аналогов (см. п. 5) указываются их недостатки и несоответствие заданию на проектирование. С учетом этих недостатков разрабатывается несколько вариантов (2-3) усовершенствованных функциональных схем, удовлетворяющих условиям задания, а затем из этих вариантов выбирается наилучший по введенным ранее критериям эффективности. В процессе этой работы первоначальная математическая модель системы может изменяться или уточняться.

Процесс выбора варианта функциональной схемы и уточнения математической модели обязательно должен быть отражен в пояснительной записке, поскольку позволяет оценить усилия студента по оптимизации системы.

Степень детализации функциональной схемы определяется тем, что каждый элемент этой схемы должен выполнять функционально законченную операцию и может быть реализованным в виде отдельного узла аппаратуры.

Структурная схема представляет собой совокупность блоков (узлов) системы и их взаимосвязей, причем эти связи могут быть электрическими, механическими и другими, прямыми или косвенными. Каждый элемент блок-схемы должен быть конструктивно реализуемым, о чем студент может судить по имеющимся аналогам. На этом этапе может понадобиться вернуться к обзору литературы с целью поиска аналогов отдельных узлов.

В состав блок-схемы могут входить микропроцессоры или целые компьютеры, выполняющие одну или несколько функциональных операций. Применение компьютеров должно быть обоснованным, оно должно улучшать качественные показатели системы, но не увеличивать существенно ее стоимость. Цифровая обработка сигналов находит все более широкое применение в современных радиосистемах, и ЭВУ все более приближаются к антеннам, этот процесс сдерживается, в основном, лишь недостаточным быстродействием АЦП. Кроме того, некоторые операции выполняются проще и дешевле с применением аналоговых устройств, например устройств параллельной обработки сигналов или спектральной обработки с помощью акусто-опто-электронных приборов, различного рода фильтров и т.д. Однако, по мере совершенствования компьютеров и микропроцессоров процесс вытеснения аналоговых устройств будет продолжаться. Поэтому каждый новый поток студентов должен основывать свое проектирование на новой элементной и микропроцессорной базе.

## **9. Определение технических требований к элементам схем**

После составления структурной схемы определяются подробные технические требования (ТТ) к каждому из ее элементов. При реальном проектировании системы эти ТТ передаются в отделы и лаборатории для разработки принципиальных схем, макетирования, конструкторской разработки и изготовления опытных образцов узлов системы. Поэтому определение технических требований к элементам структурной схемы является ответственной и трудоемкой задачей.

С точки зрения инженера-системотехника при определении ТТ к элементам структурных схем необходимо, прежде всего, учитывать, как эти требования повлияют на работу системы в целом, на ее эффективность и показатели назначения. Так как любая система содержит множество обратных связей, изменение параметров одного узла неизбежно приводит к изменению параметров других узлов и системы в целом. Например, увеличение коэффициента усиления усилителей может привести к неустойчивой работе или к уменьшению динамического диапазона системы, а, следовательно, к искажениям или увеличению вероятности пропуска

сигналов. По этим же причинам для каждого технического параметра блока или узла задаются допустимые отклонения (допуски).

При определении ТТ к элементам схемы полезно на этой схеме в каждом соединении указать параметры сигналов: частоту или частотный диапазон, форму или параметры формы, амплитуду, динамический диапазон и т.п.

В тексте пояснительной записки каждое требование к блоку или узлу должно быть обосновано: либо рассчитано, либо принято на основании указанных там же причин или соображений.

## **10. Анализ системы**

Проектирование системы заканчивается ее анализом. Целью анализа является расчет всех качественных характеристик (показателей назначения) системы с учетом параметров и характеристик входных воздействий, принятых технических решений и предусмотренных функциональных преобразований, технических характеристик элементов структурной схемы.

Поскольку практически для каждой системы ряд входных воздействий имеет случайную природу, анализ системы представляет собой статистическую задачу. Показатели назначения системы, получаемые в результате анализа, являются либо статистическими характеристиками некоторых величин, либо сами представляют собой случайные величины, которые можно характеризовать только статистически. В любом из этих случаев анализ обычно сводится к определению статистических характеристик или законов распределения функциональных преобразований совокупности случайных величин или функций. Соответствующие задачи решаются методами теории вероятностей, теории случайных функций (процессов) и математической статистики.

В случае сложных функциональных преобразований (сложной математической модели системы) анализ может быть проведен путем численного моделирования (методом статистических испытаний), аналогично описанному в п. 7.

Результаты анализа сравниваются с показателями назначения, заданными в задании, и делается вывод о выполнении задания в целом.

## **11. Составление и оформление отчета**

Составление отчета (пояснительной записки) следует начинать с самого начала работы над проектом. Прежде всего, необходимо составить оглавление отчета, основываясь на разделах работы, указанных в задании. Возможно, что это первоначальное оглавление будет в дальнейшем скорректировано или изменено, однако его наличие будет дисциплинировать студента, напоминать ему об объеме предстоящей работы и способствовать целевому (системному) подходу к решаемой проблеме.

После составления оглавления следует приступить к последовательной разработке темы проекта и параллельно писать текст отчета. Отдельные куски (разделы) текста нужно стараться оформлять так, как это должно быть написано в отчете. Лучше всего сразу набирать части (отрывки) текста на компьютере. Нецелесообразно одну и ту же работу делать дважды, поэтому нужно стараться все записи делать в расчете на окончательный вариант, без пропусков и сокращений. Необходимо учитывать, что исправление любой неточности или, например, поиск недостающих цифровых данных или изготовление рисунка потребуют в дальнейшем гораздо больше времени, чем если сделать эту работу сразу. Нужно с самого начала работы предусмотреть отдельный файл (страницу) для списка литературы, и оформлять этот список так, как положено по стандарту (см. приложение 3).

Таким образом, отчет пишется не в конце проектирования, а в процессе работы над проектом, начиная с самого начала этой работы.

В конце работы следует сформатировать (переписать) окончательный вариант отчета (пояснительной записки). В соответствии с Образовательным стандартом ОС ТАСУР 6.1-97 и ГОСТ 2.105, пояснительная записка должна содержать:

- титульный лист (по форме приложения 2),
- задание на проектирование (по форме приложения 1),
- содержание,
- введение,
- основную часть,
- заключение,
- список использованных источников (по форме приложения 4),
- приложения.

Пояснительная записка должна быть составлена на русском языке. Допускается выполнение записки на иностранном языке, если это установлено заданием.

В содержании перечисляются заголовки разделов, подразделов, список использованных источников и каждое приложение.

Все разделы, включая введение и заключение, подразделы и пункты должны иметь нумерацию. Все заголовки разделов и подразделов размещаются посреди строки и печатаются строчными буквами (начиная с прописной) полужирным шрифтом того же размера, что и текст.

Во введении указывают основную цель проекта, область применения (назначение) проектируемой системы, ее научное, техническое значение и экономическую целесообразность (для систем народнохозяйственного назначения).

Содержание основной части работы должно соответствовать настоящим методическим указаниям. Рубрикация основной части производится по усмотрению студента. Текст делят на разделы, подразделы, пункты. Разделы и подразделы должны иметь заголовки; пункты, как правило, заголовков не имеют. Каждый раздел должен начинаться с нового листа.

Чертежи, рисунки, схемы и таблицы включаются в текст пояснительной записки. Таблицы (Табл. \_\_) и все иллюстрации, включая схемы и графики (Рис. \_\_) должны быть пронумерованы и иметь заголовки: для таблиц – выше таблицы, для рисунков – ниже изображения.

Формулы выделяются из текста в отдельные строки и нумеруются двойным числом: первое – номер раздела, второе – порядковый номер формулы. В тексте при необходимости приводятся ссылки на номера формул. Если формула используется для числового расчета, то после формулы через знак равенства записываются числовые значения всех входящих в формулу величин, их расположение должно строго соответствовать порядку буквенных обозначений. После второго знака равенства приводится окончательный результат (без промежуточных расчетов) и размерность (наименование единицы физической величины).

Для демонстрации при публичной защите могут изготавливаться демонстрационные листы, включающие в себя некоторые графические материалы, формулы и другие отрывки из пояснительной записки.

Заключение должно содержать краткие выводы по результатам выполненной работы, оценку полноты решения поставленных в задании задач, рекомендации по конкретному использованию результатов проектирования, оценку экономической, научной, социальной или оборонной значимости проекта.

В список использованных источников (см. приложение 4) записываются все источники, на которые имеются ссылки в тексте пояснительной записки. Источники, на которые нет ссылок, в список не включаются. Источники в списке нумеруются в порядке их упоминания в тексте пояснительной записки. В тексте записки ссылки на номер источника приводятся в квадратных скобках. Следует учитывать, что все положения и утверждения, содержащиеся в записке и не имеющие ссылок на источники, считаются собственными материалами автора. Если студент привел данные из какого-либо источника без ссылки, то он может быть обвинен в плагиате.

В приложения к пояснительной записке рекомендуется включать материалы иллюстративного и вспомогательного характера. В приложения могут быть помещены таблицы большого формата, дополнительные расчеты, описания применяемого в проекте нестандартного оборудования, программы и распечатки с ЭВМ, протоколы испытаний, акты внедрения, отчеты о патентных исследованиях и т.п. На все приложения в тексте записки должны быть ссылки. Каждое приложение должно иметь содержательный заголовок и начинаться с нового листа.

Пояснительная записка, как правило, должна быть набрана на компьютере в формате Word или PDF и отпечатана на принтере на листах формата А4 на одной или обеих сторонах листа через 1,5 интервала шрифтом Times New Roman или Arial размера 12. Все листы пояснительной записки должны иметь сквозную нумерацию. Первым листом является титульный лист. Ориентировочный объем пояснительной записки – 30-60 листов.

Допускается, в порядке исключения, аккуратное выполнение записки рукописным способом, либо вписывание от руки формул и составление рисунков и графиков.

Пояснительная записка должна быть сшита (переплетена) и иметь обложку из плотной бумаги, которая одновременно может быть титульным листом.

Поощряется одновременное представление пояснительной записки в электронной форме на дискете, которая должна быть при этом вставлена в специальный конверт в конце записки. Однако, представление твердой копии в любом случае является обязательным.

Более подробные сведения об общих требованиях и правилах оформления пояснительной записки можно получить из образовательного стандарта ОС ТАСУР 6.1-97 или из Государственных стандартов, на которые есть ссылки в этом документе.

После окончания набора пояснительной записки следует внимательно прочитать ее. При этом могут быть внесены необходимые дополнения или разъяснения, а также устранены повторы или лишние материалы, не имеющие прямого отношения к заданию на проектирование. Следует также обнаружить и исправить стилистические и грамматические ошибки.



Министерство образования и науки Российской Федерации

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Кафедра радиотехнических систем

**УТВЕРЖДАЮ**  
Заведующий кафедрой РТС

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

### **ЗАДАНИЕ**

на курсовое проектирование по дисциплине «Системотехника»  
студенту гр. \_\_\_\_\_

**1. Наименование проекта** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**2. Цель (назначение) проектируемой системы** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**3. Краткое описание проектируемой системы** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**4. Основные тактические характеристики (показатели назначения)**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## 5. Содержание проектирования

5.1. Общее описание системы с характеристикой ее основных признаков: целенаправленности, выполняемым функциям, сложности, степени автоматизации, наличия помех и мешающих факторов и др.

5.2. Постановка задачи: описание окружения системы с перечислением всех входных воздействий и определением их параметров (числовых характеристик), перечисление и описание выходов системы, задание области допустимых технических решений, выбор критерия эффективности для оптимизации системы.

5.3. Разработка метода работы и математической модели системы.

5.4. Планирование и проведение эксперимента (в том числе компьютерного) с целью получения недостающих для проектирования данных, обработка результатов эксперимента (выполняется при необходимости).

5.5. Составление и обоснование функциональной схемы системы, разработка структурной схемы.

5.6. Определение и задание технических требований к элементам структурной схемы.

5.7. Анализ системы: расчет основных качественных показателей назначения.

5.8. Выводы о достоинствах, недостатках и путях дальнейшего совершенствования системы.

5.9. \_\_\_\_\_

5.10. \_\_\_\_\_

## 6. Основные разделы отчета:

6.1. Введение (постановка задачи)

6.2. Метод работы системы и его математическое описание

6.3. Функциональная и структурная схемы

6.4. Технические требования к элементам структурной схемы

6.5. Анализ качественных показателей системы

6.6. Заключение и выводы.

6.7. Список использованной литературы.

6.8. Приложения (при необходимости).

## 7. Рекомендуемая литература \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Дата выдачи задания \_\_\_\_\_

Дата защиты отчета \_\_\_\_\_

Руководитель проектирования \_\_\_\_\_

Подпись студента \_\_\_\_\_

Приложение 2  
*Форма титульного листа*

Министерство образования и науки Российской Федерации

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Кафедра радиотехнических систем

---

---

---

(название проекта)

Пояснительная записка к курсовому проекту по дисциплине  
«Системотехника»

Автор проекта - студент гр. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Подпись Ф.И.О. студента

Руководитель проекта –

\_\_\_\_\_  
Должность, уч. степень, звание, Ф.И.О. преподавателя

Приложение 3  
*Пример оформления списка литературы*

**Список использованных источников**

*Однотомное издание*

1. Шило В.Л. Популярныe цифровые микросхемы. – М.: Радио и связь, 1989. – 240 с.
2. Основы теории цепей: Учебник для вузов / Г.В.Зевеке, П.А.Ионкин, А.В.Нетушил, С.В.Страхов. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 528 с.
3. Функциональные устройства систем электропитания наземной РЭА / Под ред. В.Г.Костикова. – М.: Радио и связь, 1990. – 158 с.
4. Вано Э.Ф. Влияние электромагнитных полей на экранированные кабели / Пер. с англ. Г.М.Мосина; Под ред. Л.Д.Разумова. – М.: Связь, 1983. – 150 с.

*Многотомное издание*

5. Справочник по радиолокации / Под ред. М.Сколника / Пер. с англ. (в четырех томах) под общей ред. К.Н.Трофимова. Том 1. Основы радиолокации / Под ред. Я.С.Иццоки. – М.: Сов. Радио, 1976. – 456 с.

*Нормативно-технические и патентные документы*

6. ГОСТ 7.32-91 Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.
7. А.с. 1834631 СССР, МПК 5 НО5К 7/12. Амортизирующее устройство / В.В.Мокрышев. - № 4753276/21; Заяв. 24.10.89; Оpubл. 30.12.94, Бюл. № 24.
8. Пат. 2025839 РФ, МПК 5 НО1Р 9/00. Корректор группового времени замедления / С.В.Дрогалев, Н.Д.Малютин, И.М.Вершинин, В.Н.Репко. - № 5006466/09; Заяв. 18.07.91; Оpubл. 30.12.94, Бюл. № 24.

*Составная часть документа*

9. Андрющенко Б.И. Транзисторно-ламповый выходной каскад усилителя мощности // Радиолобитель. – 1992. - № 6. – С. 38.
10. Логинов Е.А. Проблемы систематики и классификации // Тез. Докл. На науч.-теорет. конф., 11 дек. 1978 г. – Новосибирск, 1978. – С. 12-20.
11. Ремизов К.С. Нормирование труда // Гурьянов С.Х., Поляков И.А., Ремизов К.С. Справочник экономиста по труду. – 5-е изд., доп. и перераб. – М., 1982, Гл. 1. – С. 5-58.

*Депонированная научная работа*

12. Кузнецов Ю.С. и др. Измерение скорости звука / Моск. хим.-технол. ин-т. – М., 1982. - 7 с. – Деп. в ВИНТИ 27.05.82, № 2641.

*Неопубликованный документ*

13. Мишура О.С. Предельные теоремы для функционалов от случайных полей: Дис... канд. техн. наук. – М., 1982. – 163 с.
14. Оптическая память на электрооптических кристаллах. Элементная база ассоциативных устройств распознавания образов и оптических компьютеров на их основе. Отчет о НИР / Томская государственная академия систем управления и радиоэлектроники (ТАСУР); Руководитель С.М.Шандаров. – НИЧ-35: № ГР 01910057002; инв. № 02.9.40 001988. – Томск, 1994. – 35 с.

*Электронный ресурс удаленного доступа*

1. Буторина О.В. Валютный театр: драма без зрителей [Электронный ресурс] // Россия в глобальной политике. – 2008. – Т.6.– № 2. – С.167-181. – Режим доступа: <http://www.globalaffairs.ru/numbers/31/9483.html>
2. Martha Olcott A New Direction for U.S. Policy in the Caspian Region [Electronic resource] / Carnegie Endowment for International Peace. – Washington, DC, 2009. – 7 p. – Mode of access : <http://www.carnegie.ru/en/pubs/briefings/80665.htm>