

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

1. План выполнения проекта

Процесс выполнения курсового проекта можно условно разбить на такие этапы:

1. Ознакомление с основными понятиями, входящими в формулировку темы курсового проекта.
2. Постановка решаемой задачи.
3. Обзор возможных методов решения поставленной задачи, обоснование и систематизация, т.е. краткое пояснение метода решения задачи. Если использование метода определено заданием на проектирование, то обоснование не выполняется.
4. Решение задачи на ЭВМ, в том числе:
 - разработка структурной схемы алгоритма решения задачи;
 - составление списка идентификаторов;
 - написание программы на языке программирования;
 - отладка программы для ЭВМ, включая выполнение тестовой задачи (контрольного варианта).
5. Анализ результатов решения.
6. Формулировка выводов
7. Оформление отчётных документов курсового проекта и подготовка к его защите.

При планировании самостоятельной работы рекомендуется воспользоваться данными о примерной трудоемкости указанных этапов (таблица).

Номер этапа	1	2	3	4	5	6	7
Трудоемкость, %	3...5	15	5	45...50	5...10	5...10	20...30

Следует помнить, что из-за недостаточного опыта работы студента с ЭВМ до 70...90% времени этапа 4 («Решение задачи на ЭВМ») может занять отладка программы для ЭВМ.

2. С чего начинать?

Получив задание на курсовое проектирование, студент часто в течение нескольких недель не может его осмыслить. Происходит это из-за отсутствия достаточного объема знаний по теме курсового проекта. Во многих случаях студент незнаком даже с терминами и понятиями, входящими в формулировку темы курсового проекта. Поэтому у студентов, получивших задание на курсовое проектирование, нередко возникает вопрос: с чего начинать?

Рекомендуется поступать так. Не вникая пока в исходные данные курсового проекта, по литературным источникам ознакомиться с терминами и понятиями, присутствующими в формулировке темы. Далее следует детально выяс-

нить физический смысл основных понятий, их влияние на функционирование объектов или процессов, попытаться разобраться с теми факторами, которые оказывают влияние на интересующие характеристики (показатели) объекта или процесса. Возьмем, к примеру, тему № 10 «Оценка параметрической надежности РЭУ с использованием моделирования на ЭВМ постепенных отказов элементов». Вначале необходимо ознакомиться с понятием безотказности РЭУ, уточнить, какие показатели используются для количественного описания безотказности как составляющей надёжности РЭУ. Затем необходимо разобраться, что такое постепенные отказы, как они проявляются и каково их влияние на безотказность РЭУ. Далее следует выяснить причины (факторы), обуславливающие появление постепенных отказов. После этого уже можно перейти к рассмотрению методов анализа и моделирования.

Итак, когда основные понятия по теме курсового проекта усвоены, определены влияющие факторы и выяснено их значение для функционирования конструкции или процесса, можно переходить к рассмотрению методов анализа интересующих характеристик (показателей). Если общая методика определения характеристик осмыслена, то можно выполнять следующий этап: «Постановка решаемой задачи».

3. Постановка задачи

Этот этап является достаточно важным. От удачной постановки задачи и её правильного понимания во многом зависит успех дальнейшего выполнения курсового проекта. Неправильная или некорректная постановка задачи чревата тем, что студент может затратить много времени впустую из-за того, что либо его дальнейшие действия принципиально неверны, либо им делается попытка решения задачи не тем методом, который указан в формулировке темы проекта.

Постановка задачи обычно включает:

- определение исходных данных, необходимых для решения рассматриваемой задачи;
- уточнение (конкретизацию) показателей, характеристик, которые должны быть получены в результате решения данной задачи;
- формулировку решаемой задачи.

Определение исходных данных

При проектировании конструкций и технологии изготовления РЭУ специалисты, как правило, сталкиваются с нехваткой исходных данных. В то же время некоторые исходные данные могут оказаться невостребованными. Объясняется это тем, что исходные данные обычно задаются с позиций заказчика, который указывает общие требования и цели и те данные, которые для него важны в первую очередь. Определение недостающих (для проектирования) исходных данных ложится на плечи проектировщиков.

В заданиях на курсовое проектирование характер исходных данных приближен к реальным ситуациям, т.е. не все исходные данные, необходимые для

решения задачи, включены в задание, а некоторые из них заданы в неявном виде. Например, для оценки точности выходного параметра РЭУ методом Монте-Карло необходимо знать основные количественные характеристики параметра элемента: математическое ожидание (обозначим как m) и среднее квадратическое отклонение (обозначим как σ). Эти характеристики в исходных данных не заданы, но указаны тип элемента, номинальное значение параметра и допуск. Следовательно, количественные характеристики m и σ параметра элемента могут быть (хотя бы примерно) получены путем анализа.

Или же еще пример. В заданиях по оценке точности и стабильности выходных параметров конструкций РЭУ заданы типы элементов, номинальные значения параметров, допуски на параметры. Законы же распределения параметров и информация о температурных коэффициентах параметров, а также коэффициентах старения в заданиях в основном отсутствуют. Однако эти данные могут быть получены на основе анализа. В частности, законы распределения параметров могут быть выбраны исходя из видов элементов и ширины поля допуска, а информация о температурных коэффициентах и коэффициентах старения получена из нормативно-технической документации (НТД) на указанные типы элементов. В качестве НТД на элементы могут рассматриваться ГОСТы, технические условия (ТУ), паспорта, этикетки, справочники и т.п. На отдельные типы элементов в заданиях не указаны даже номинальные значения и допуски на параметры. Но зато указываются типы элементов, например стабилитрон КС139А. А нужные для расчета данные могут быть взяты из справочников, т.е. исходные данные, по сути, заданы в неявном виде типом элемента.

Получение недостающих исходных данных - достаточно ответственный момент. Искажение этих данных может существенно отразиться на конечных результатах и впоследствии приведет к необходимости существенной доработки курсового проекта.

Определение исходных данных рекомендуется вести в такой последовательности:

- сориентироваться в методе решения задачи;
- составить перечень исходных данных, необходимых для решения рассматриваемой задачи, и пометить те данные, которые отсутствуют в задании;
- отсутствующие исходные данные разбить на две группы: те, которые могут быть определены по справочникам, и те, которые должны быть получены путем анализа или же с помощью поверочных расчетов;
- для каждой группы попытаться получить необходимые исходные данные.

Если справочные данные на какой-либо элемент отсутствуют в специализированной лаборатории университета (кабинете стандартизации), то допустимо воспользоваться справочными данными на элементы, аналогичные рассматриваемому. Признаком аналогии (близости) элементов может быть идентичность конструкторско-технологических признаков: материалов, технологии изготовления, типоразмера и т. п.

При установлении законов распределения параметра таких элементов, как резисторы и конденсаторы, необходимо сразу попытаться выяснить, каким

образом была получена партия элементов с данным допуском параметра: естественным ходом технологического процесса или же путем отбора более точных элементов. Для отобранных элементов в большинстве случаев оправдана гипотеза о равномерной модели. Если отбор не производился, то следует помнить, что в конструировании и технологии РЭС примерно в 95% случаев параметры распределены по законам, близким к нормальному, и, следовательно, оправдана гипотеза о нормальной модели. Однако если имеются сомнения в справедливости гипотезы о нормальной модели, то следует всё-таки пользоваться гипотезой о равномерной модели, т.к. она отражает практически худший случай с точки зрения разброса параметров.

При возникновении затруднений в определении недостающих исходных данных рекомендуется не обращаться сразу к преподавателю, а еще раз осмыслить решаемую задачу и попытаться самому найти выход из создавшего положения. Такой подход способствует развитию логики мышления, прививает навыки самостоятельного решения инженерных задач.

Уточнение выходных результатов

Конкретные характеристики и показатели, подлежащие определению, могут быть указаны в задании на проектирование. В других случаях они должны быть уточнены на основе анализа формулировки темы курсового проекта с учетом сущности свойств, количественными характеристиками которых интересуются. Например, если темой курсового проекта является «Оценка точности выходного параметра...», то необходимо разобраться, какими количественными показателями может быть описана точность как свойство, а затем уточнить, какие из этих показателей будут определяться в процессе проектирования.

Если темы курсовых проектов предусматривают получение показателей безотказности, то необходимо выяснить, какие из показателей являются важнейшими для рассматриваемого РЭУ, и далее сделать выбор тех, которые будут определяться при проектировании с учётом характера исходных данных, заданных в задании и полученных на этапе постановки задачи.

Формулировка задачи

В неявном виде формулировка задачи предопределена формулировкой темы курсового проекта. Однако после того, как определены исходные данные и уточнены те показатели, которые будут определяться, постановка задачи может быть сформулирована более точно и конкретно.

4. Выбор и обоснование метода решения задачи

Если метод решения задачи определен формулировкой темы курсового проекта, то студентом должна быть выполнена систематизация этого метода. Систематизация включает:

- определение области преимущественного использования метода;

- выяснение характера, объёма и полноты требуемых исходных данных;
- уточнение вида получаемых выходных результатов;
- запись формул, математических выражений, используемых для расчёта или выполнения моделирования и определения интересующих показателей, характеристик;
- перечисление достоинств и недостатков метода.

Если метод решения задачи не указан в формулировке темы курсового проекта, то его необходимо выбрать и обосновать этот выбор. При выборе метода решения задачи необходимо в первую очередь принять во внимание следующие обстоятельства:

- характер (объём, полнота) требуемых исходных данных;
- точность получаемых выходных результатов;
- простота;
- возможность алгоритмизации и применения ЭВМ;
- длительность процедуры применения метода для решения поставленной задачи.

Предпочтение следует отдавать тем методам, которые позволяют получить достаточную точность решения и легче поддаются алгоритмизации при реализации их на ЭВМ.

5. Решение задачи

При описании этого этапа необходимо сразу указать, что решалось с помощью ЭВМ: задача в целом или же ее часть. Если с помощью ЭВМ решена часть задачи, то это решение должно быть логически увязано с остальными составными частями решаемой задачи. При описании решения задачи на ЭВМ необходимо руководствоваться требованиями, приведёнными в «**ОСНОВНЫХ ТРЕБОВАНИЯХ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫХ К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ**» (рубрика 3. *Описание решения задач, выполненных с применением ЭВМ*).

При решении задач на ЭВМ студенты нередко сталкиваются с такими ситуациями. Написана программа на ЭВМ. После набора программы с помощью клавиатуры и запуска ее для выполнения выявляются те или иные ошибки. Ошибки устраняются, и запуск программы осуществляется вновь. Выявляются новые ошибки. Процесс отладки продолжается. Но вот, наконец, наступает момент, когда ошибок уже нет. Студент получает решение. Однако результаты решения удивляют, им трудно иногда дать даже физическую интерпретацию. Произойти это может по двум причинам. Либо была допущена ошибка при вводе по запросу программы исходных данных, либо в казалось бы отлаженной программе имеются смысловые ошибки.

Для исключения ошибок, связанных с вводом исходных данных, рекомендуется в программе после операторов ввода исходных данных предусмотреть операторы вывода этих данных на принтер, дисплей и т. п. для их визуального контроля.

Выявление смысловых ошибок сложнее. В ряде случаев смысловые ошибки могут быть выявлены проверкой текста программы. Например, если задача предусматривала операцию

$$\text{EXP} (B(I)*D(I)),$$

а ошибочно набрано

$$\text{EXP} (B(I)+D(I)),$$

то машиной ошибка выявлена не будет, но легко может быть обнаружена проверкой текста программы.

Для выявления всех смысловых ошибок необходимо на ЭВМ выполнить контрольный вариант (проверочный счёт). Контрольный вариант состоит в проведении всех вычислений вручную для простейшего числового примера и сравнении полученного результата с тем, который выдаст ЭВМ. При отсутствии смысловых ошибок результаты будут одинаковы. В качестве числового примера обычно берут пример с круглыми исходными данными (во многих случаях - единицами), если даже эти данные лишены физического смысла. Если алгоритм и программа не имеют ошибок, то они справедливы для любых исходных данных.

6. Анализ результатов решения и выводы

При анализе результатов решения необходимо попытаться сделать следующее:

- используя значения найденных показателей или характеристик, оценить качественный уровень РЭУ или эффективность технологического процесса;
- дать ответ на вопрос о степени близости найденных показателей к показателям современных РЭУ и технологических процессов;
- выяснить причины, объясняющие относительно невысокий уровень показателей;
- сделать сравнительный анализ степени влияния различных факторов на значения интересующих показателей;
- наметить, какие усовершенствования можно внести в РЭУ или технологический процесс с целью повышения значений найденных показателей;
- оценить, как повлияют предлагаемые изменения на экономические показатели РЭУ или технологический процесс.

Выводы должны в концентрированной форме подвести итог процессу анализа результатов решения с отражением основных свойств рассматриваемого конструкторско-технологического решения РЭУ. Рекомендуется основные выводы сформулировать в виде отдельных пунктов.

С точки зрения построения пояснительной записки выводы допускается привести в разделе «**Заключение**».

7. Оформление курсового проекта и представление его на проверку

Оформление курсового проекта состоит в написании пояснительной записки и выполнении графического материала. Содержание пояснительной записки должно отражать все вопросы, которые согласно заданию на проектирование подлежат проработке, а графический материал - полностью соответствовать перечню, указанному в этом задании. При построении структуры пояснительной записки рекомендуется пользоваться указаниями, приведенными в **«ОСНОВНЫХ ТРЕБОВАНИЯХ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫХ К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ»**. Основные правила написания текста, оформления таблиц, рисунков и т.д. студенту в основном уже знакомы. В порядке напоминания этих правил рекомендуется обратиться к **«ОСНОВНЫМ ПРАВИЛАМ ОФОРМЛЕНИЯ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ»** или стандарту [17] **«СПИСКА РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ»**, где эти правила приведены в концентрированном виде.

Графический материал должен быть выполнен в соответствии с требованиями действующих стандартов. При выполнении структурных схем алгоритмов решения задачи на ЭВМ необходимо пользоваться указаниями стандарта [18] **«СПИСКА РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ»** независимо от того, где помещается эта схема: на отдельном листе графического материала или же в тексте пояснительной записки.

Подчеркнем, что отчётные документы по курсовому проектированию (пояснительная записка и графический материал) должны в целом отвечать требованиям, указанным ранее, и обязательно содержать следующее:

- информацию о получении исходных данных, которые нужны для выполнения курсового проекта, но не указаны в задании на проектирование, с аргументацией их получения: анализ, ссылки на справочники, поверочные расчёты и т.п.;
- запись и, при необходимости, пояснение формул, математических и (или) логических выражений, используемых для выполнения расчётов, имитационного моделирования на ЭВМ, определения интересующих показателей и характеристик с использованием результатов моделирования: средних значений выходных параметров, допусков, показателей безотказности, характеристик систем массового обслуживания (СМО) и т. д.;
- полный список идентификаторов, использованных в программе для ЭВМ; если какой-то идентификатор выполняет вспомогательную функцию, то это тоже надо указать; рекомендуемая форма списка идентификаторов должна соответствовать табл. 3.2 **«ОСНОВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫХ К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ»**;
- вывод на печать полной информации о пяти–семи реализациях РЭУ, СМО и т.п., например в случае моделирования надёжности РЭУ с учётом внезапных отказов – значений наработки до отказа каждого элемента РЭУ в той или иной реализации и наработки до отказа РЭУ в целом в этих же реализациях; при моделировании СМО необходимо привести информацию о поступлении и обслуживании семи–десяти заявок при номинальном числе

каналов обслуживания и, принимая это во внимание, показать на временных осях реальное (при моделировании) распределение заявок по каналам, их обслуживание, попадание в очередь, получение отказа в обслуживании;

- обоснование требуемого числа реализаций РЭУ или числа смоделированных заявок, смен (при моделировании СМО) с указанием выбранного числа реализаций;

- чёткую запись полученных результатов (а не ссылку на протокол работы программы, помещенный в приложение) и их физическую трактовку: анализ и выводы о том, реальны ли эти результаты, отвечает ли это современному развитию техники, предложения по усовершенствованию исследуемых РЭУ, процессов, СМО;

- перечень элементов электрической принципиальной схемы, оформленный в соответствии с требованиями; для этого студенту необходимо выбрать типы и типоразмеры пассивных элементов, а при необходимости задаться номинальными значениями и допусками параметров элементов;

- для тем, предусматривающих исследование СМО, необходимо привести структурную схему СМО, при этом схему необходимо составить так, чтобы из неё были понятны вид системы и процесс её функционирования;

- структурную схему, из которой чётко видно место метода, использованного в курсовом проектировании для решения поставленной задачи, среди других методов, с помощью которых, в принципе, можно решить эту же задачу.

В случае несоответствия пояснительной записки и графического материала этим требованиям курсовой проект **не принимается на проверку**.

По результатам проверки пояснительной записки и графического материала преподавателем принимается решение о допуске студента к защите проекта. При необходимости проект возвращается на доработку для устранения указанных замечаний.

Доработка проекта

При доработке проекта **полностью сохраняются первые редакции (варианты)** пояснительной записки и графического материала **со всеми отмеченными замечаниями** в тексте записки и на листах графического материала. Доработка состоит в изложении нового видения только тех вопросов анализа, моделирования и т.п., по которым даны замечания, и (или) изображение только тех участков схем, где имеются неточности или грубые нарушения действующих стандартов. Например, если даны замечания по заполнению основной надписи (штампа) электрической схемы, то в качестве доработки достаточно привести лишь основную надпись или даже часть её с новыми правильными записями. Это же относится и к доработке вопросов анализа, моделирования. Ответу на каждый пункт замечаний следует давать название по типу «Обоснование числа реализаций (доработка)» или же «Доработка по замечанию 1 (обоснование числа реализаций)», если замечания указаны в виде перечня пунктов, например, на листе «Содержание» или титульном листе. Страницы, на которых приводится доработка по замечаниям, необходимо подшить в начале поясни-

тельной записки сразу после листа «Задание на курсовое проектирование». Это позволит преподавателю быстро сделать заключение о том, в какой степени студент устранил замечания.

8. Подготовка к защите проекта

Студенты защищают курсовой проект перед комиссией, сформированной распоряжением по кафедре. Члены комиссии беседуют со студентом по различным вопросам, связанным с выполнением курсового проекта. Студенту может быть предложено сделать доклад по выполненной работе. В докладе необходимо осветить постановку задачи, обосновать метод решения, привести основные результаты решения задачи, сделать их анализ и сформулировать основные выводы по работе.

При подготовке к защите курсового проекта студенту рекомендуется внимательно просмотреть пояснительную записку и графический материал и выяснить, все ли приведенные цифровые, текстовые или графические материалы он сможет пояснить во время защиты проекта.