
А. А. Подольский

ИЗ ОПЫТА РУКОВОДСТВА ДИПЛОМНЫМ ПРОЕКТИРОВАНИЕМ

«... Признать, что студентка Евсеева Зинаида Николаевна выполнила и защитила дипломный проект с оценкой «отлично». Присвоить т. Евсеевой З. Н. звание радиоинженера и выдать диплом».

Тот, кто руководил дипломным проектированием, знает, какое чувство большого морального удовлетворения испытывает руководитель в минуты, когда председатель Государственной Экзаменационной Комиссии объявляет подобное решение. В тяжелой повседневной работе преподавателя таких радостных минут, когда непосредственно осознаешь, что и «твой труд вливается в труд твоей республики», не так уж много. Отчасти именно поэтому из всех видов учебной нагрузки руководство дипломным проектированием представляется наиболее привлекательным занятием.

Руководитель дипломного проекта завершает работу всех своих коллег по институту, немало потрудившихся, чтобы вырастить из вчерашнего десятиклассника настоящего инженера. Поэтому необходимо с большой ответственностью отнестись к обучению и воспитанию студента на этом последнем этапе его пребывания в институте.

Подготовка к руководству проектированием должна начинаться задолго до первой встречи с будущим дипломником.

ПОДГОТОВКА ТЕМ

Темы дипломных проектов радистов должны удовлетворять ряду требований, изложенных в «Методической записке по дипломному проектированию для студентов факультета № 5». Кратко эти требования можно сформулировать следующим образом: тема

должна иметь отчетливо выраженный радиотехнический профиль, должна быть актуальной, в достаточной степени важной и сложной и должна — о чем иногда забывают — иметь решение в сжатые сроки.

У студента весьма ограниченный ресурс времени на выполнение проектирования, а ведь он должен не только найти принципиальное решение поставленной задачи, но и выдать законченную инженерную разработку. Между тем, если тема «приборная», то работа над проектом включает макетирование разрабатываемого прибора, успешный ход которого зависит от наличия комплектующих изделий и измерительной аппаратуры. В свою очередь, теоретическая тема обычно предполагает выполнение большого комплекса вычислений на ЭВМ, что связано с определенными организационными трудностями. Поэтому, прежде чем предложить тему дипломанту, надо тщательно взвесить реальные возможности ее своевременного выполнения.

В качестве тем дипломных проектов, выполняемых студентами под руководством кафедры «Радиотехника», обычно принимаются разработка или модернизация радиоэлектронных приборов, частей или блоков радиоаппаратуры, а также темы исследовательского характера. У каждого преподавателя свой метод подбора и подготовки тем. Вообще говоря, перелистав несколько номеров журналов «Радио», «Радиотехника», всегда можно подобрать пять-шесть неплохих тем. Однако на практике такой метод подбора зачастую оказывается неприемлемым. На руководство проектированием приходится затрачивать очень много времени, предлагаемую студенту тему нужно знать, по крайней мере, не хуже, чем будет знать ее дипломник к моменту окончания работы над проектом. Поэтому целесообразно ставить перед студентами только такие задачи, которые возникают во время учебной или научно-исследовательской работы и в решении которых преподаватель заинтересован. Приведу несколько примеров.

В связи с изменением содержания лекционных курсов возникла необходимость модернизации всего комплекса лабораторных работ по курсам «Усилительные устройства», «Радиоприемные устройства». В результате студентам были предложены темы: «Разработка унифицированного лабораторного стенда усилительных устройств на транзисторах» и «Разработка унифицированного лабораторного стенда радиоприемных устройств на транзисторах».

Другой пример. В процессе научно-исследовательской работы возникли соображения о необходимости учета влияния формы амплитудно-частотной характеристики приемного тракта на характеристику направленности антенны. Соответствующая тема была предложена студентам для дипломной работы.

Прежде, чем тема предлагается студентам, в течение одного-двух семестров по ней собираются материалы. Проводятся предварительные расчеты, отдельные аспекты обсуждаются с преподавателями. При просмотре монографий и периодической литературы

конспектируются разделы по темам. Все это не отнимает много времени. При заинтересованности в выполнении темы подготовка материалов к ней логично входит в основную работу преподавателя. Кроме того, нередко многие вопросы решаются попутно. Изучаешь нужную статью в очередном номере журнала и в качестве «разминки» отмечаешь в записной книжке или специальной тетради (если тема крупная и охватывает несколько проектов) материалы из данного номера, имеющие отношение к теме. Постепенно набирается библиография, определяются методы решения, дублирующие варианты. И когда становится ясно, что для основательно-го разрешения темы необходимо над ней месяца 3—4 упорно работать и что непреодолимых «подводных камней» в теме нет, можно предложить ее для дипломного проектирования.

Хочу отметить, что предпочитаю темы исследовательского характера. Во-первых, потому, что кафедры обычно испытывают трудности с обеспечением дипломантов приборами и материалами, и, если тема приборная, руководитель наполовину превращается в снабженца. По той же причине студент при проектировании должен ориентироваться отнюдь не на лучшие образцы комплектующих изделий и у него появляется нездоровый скептицизм в отношении своего же детища — проекта. Во-вторых, исследовательская тема предоставляет преподавателю больше возможностей для воспитания специалистов на последнем этапе обучения. При руководстве такой темой преподаватель в большей степени раскрывается как личность и может оказать большее влияние на формирование личности студента.

ПЕРВАЯ БЕСЕДА

Перечень тем дипломных проектов, предлагаемых преподавателями кафедры «Радиотехника», вывешивается на доске объявлений задолго до начала преддипломной практики. Студенты, выполняющие проект на кафедре, обычно и преддипломную практику проходят в лабораториях кафедры.

Ознакомившись с перечнем и выбрав себе предварительно тему, студент обращается к преподавателю с просьбой пояснить содержание работы. Даю краткие комментарии, объясняю цель работы. Если студент твердо решает «взять» себе эту тему, договариваюсь о времени первой беседы.

Первая беседа имеет большое значение и к ней необходимо тщательно готовиться. Беседа как бы состоит из двух частей. Сначала — знакомство со студентом: расспрашиваю его об учебе, о том, какие предметы больше нравились, какие меньше; работал ли он на производстве, в каких условиях живет и т. п. Рассказываю кое-что о своей работе. Стремлюсь создать обстановку товарищеского общения. С этого времени преподаватель для студента — старший товарищ, связанный с ним общей работой. Во второй части беседы подробно рассказываю студенту, как определилась

его тема. Так, если тема исследовательского характера, то рассказываю о соответствующей научно-исследовательской работе, выполняемой на кафедре, и о том, какое место занимает его тема в этой работе. Стараюсь, чтобы студент уяснил значимость своей темы. Затем кратко знакомя дипломника с общими методами, применяемыми при решении задач такого рода. Вместе с ним обсуждаю, с какими разделами прикладной математики и радиоэлектроники ему необходимо дополнительно ознакомиться. Даю студенту список литературы по этим вопросам. Перечень литературы составляю заранее; учитывая жесткие лимиты времени, отпущенного студенту на преддипломную практику, литературу подбираю очень внимательно и указываю непосредственно страницы или главы. Затем вместе со студентом обсуждаем график работы над литературой, договариваемся о днях встречи.

ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД

На непосредственное изучение литературы, как правило, отвожу от двух недель до месяца. В течение этого периода регулярно в назначенные часы встречаюсь с дипломником. Просматриваю его конспекты, обсуждаем пройденный материал. Иногда знакомя студента с дипломными работами прежних лет, чтобы создать у него более полное представление о предстоящей работе. Когда предварительное знакомство с литературой закончено, предлагаю студенту ряд задач, родственных тем, которые встретятся у него в дипломной работе. На консультациях мы совместно обсуждаем другие пути решения, кроме предложенных им, анализируем ошибки. Попутно в это время студент знакомится с периодической литературой по теме. Он конспектирует указанные статьи, просматривает реферативные журналы за последние 5—6 лет, расширяет библиографию. В результате к концу преддипломной практики студент оказывается достаточно подготовленным к сложной самостоятельной работе. Естественно, что изложенный выше метод работы с дипломником во время преддипломной практики применяется, когда дипломная работа представляет теоретическое исследование. Вообще план проведения подготовительного периода всегда индивидуален и зависит как от характера темы, так и от степени подготовленности студента. Так, например, студент В. Иванов, занимавшийся разработкой унифицированного стенда по усилительным устройствам, в период преддипломной практики изучил дополнительно курс усилительных устройств и сдал зачет по нему, на практике ознакомился с работой высококачественной радиоизмерительной аппаратуры, рассчитал, смонтировал и настроил несколько простых однокаскадных усилителей. Студентка Н. Рязанова, выполнявшая теоретическое исследование по повышению помехозащищенности приемника специального вида, на преддипломной практике ознакомилась с корреляционным и спектральным анализом случайных процессов.

Разделение на дополнительный и основной периоды дипломного проектирования в известной мере условно. Иногда студент в ходе основного периода продолжает попутно выполнять задачи предварительного; нередко студент начинает работу над проектом еще на младших курсах и в период преддипломной практики продолжает ее, минуя ознакомительный период. Например, студент С. Золотарев начал работу по созданию прибора для измерения емкости p — p переходов СВЧ-диодов под руководством ст. преподавателя Л. В. Макаровой на четвертом курсе. В 1970 году он успешно защитил дипломный проект по этой теме и одновременно завоевал первое место на институтском конкурсе лучших студенческих работ.

В начале основного периода, т. е. по окончании преддипломной практики, студенту выдается задание на дипломный проект или дипломную работу. В общем виде задание на дипломный проект содержит следующие сведения: тему проекта, исходные данные для проектирования, объем расчетно-теоретической, конструкторской, технологической частей проекта, сроки выполнения проекта по этапам и срок защиты. Как правило, к этому времени студент уже осознает объем предстоящей работы и активно участвует в подготовке задания. Утвержденное заведующим кафедрой задание жестко регламентирует работу над проектом вплоть до дня защиты.

В период непосредственной работы над проектом самостоятельность студента резко возрастает. К этому времени у нас уже налажено деловое сотрудничество. В часы консультаций мы подробно обсуждаем узловые вопросы. На одной из первых консультаций обсуждаем предлагаемый студентом метод решения задачи или функциональную схему прибора. Если студент предлагает неверный метод решения, то стараюсь тактично объяснить ему ошибочность выбранного пути. Обычно пытаюсь не навязывать свое решение, а натолкнуть на него. Например, предлагаю еще раз обратить внимание на содержание важной статьи, где родственный метод используется для решения другой задачи.

На каждой консультации мы четко оговариваем объем работы, который студент должен выполнить к моменту нашей следующей встречи. Каждую консультацию условно можно разделить на три части. Сначала возвращаю студенту проверенные материалы и подробно комментирую их. Затем он передает новые материалы, на месте их бегло просматриваю, уточняю неясное. Для окончательной проверки забираю домой. И, наконец, мы обсуждаем очередные задачи и оговариваем объем работы.

После получения первых расчетных соотношений студент работает в двух направлениях: считает на ЭВМ, строит различные графики и анализирует их, а также продолжает теоретический анализ.

На этом этапе стараюсь научить дипломника «видеть за деревьями лес». Расчетные соотношения, как правило, весьма сложны, нередко включают в себя интегралы от высших трансцендентных функций, поэтому точно ход кривых или вид зависимостей можно определить только после численных расчетов. И тут очень важно уметь найти физическое объяснение полученным зависимостям, выяснить, противоречат ли они исходным предпосылкам. Очень важно уметь критически осмыслить свою работу. Как раз на этом этапе можно определить, справедливы ли принятые в расчетах допущения и если да, то в каких рамках, не было ли допущено ошибки при составлении программы вычислений: наконец, определить, какова значимость проделанной работы. Здесь же оттачивается математический аппарат дипломника, он знакомится с методами приближенных вычислений, методами аппроксимации функций.

Так проводится работа с дипломником, выполняющим исследовательскую тему. Если дипломник занимается разработкой прибора, то по форме методика работы с ним сохраняется, но содержание ее существенно изменяется.

После согласования функциональной схемы мы обсуждаем, какие блоки необходимо макетировать, а какие можно смоделировать имеющимися на кафедре измерительными приборами. Затем студент приступает к расчету принципиальных схем блоков и одновременно к их макетированию. На консультациях мы выясняем пути преодоления трудностей, возникающих при анализе и расчете принципиальных схем, в случае необходимости уточняем функциональную схему. Большое внимание уделяю обсуждению методики экспериментов и проверке экспериментальных результатов. Студенты зачастую отрывают эксперимент от расчета, отводя расчетам чисто учебную роль и полагая эксперимент главным и единственным путем достижения цели. Этот эмпиризм в значительной степени питается несовершенством лабораторных работ, которые выполнял студент, а также обстановкой работы на заводе и в ОКБ, с которой студент сталкивается во время заводской практики. Стараюсь показать дипломнику, что технически грамотный расчет, учитывающий все особенности схемы, значительно облегчает, ускоряет и удешевляет проведение эксперимента. Мы обсуждаем причины отклонения от расчетных результатов, вносим коррективы, выясняем вопросы согласования отдельных блоков между собой и т. п. К моменту окончания работы над проектом студент должен собрать макет прибора из измерительных генераторов и изготовленных им самим блоков, реализующих функциональную схему, и провести необходимые измерения. В течение этого периода не прекращается и работа с литературой. Студент продолжает знакомиться с периодической литературой, просматривает информационные листки МРП. Ставлю перед ним цель отыскать унифицированные узлы, которые можно применить в проекте. Это приучает дипломника к целенаправленной работе с литературой, кроме того, сокращает объем расчетной работы.

ПОДГОТОВКА ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ И ГРАФИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

Всегда требую от студента, чтобы пояснительная записка составлялась не в конце работы, а по мере накопления материала. Обсуждая задание на проектирование, мы одновременно обсуждаем и план записки. Со временем он уточняется, детализируется, но костяк обычно сохраняется. Поэтому, как только очередной раздел проверен, дипломник сразу оформляет соответствующий параграф записки. В конце, естественно, приходится отдельные страницы или даже разделы перерабатывать, но времени на это тратится немного. Поэтому дипломник всегда успевает закончить работу к назначенному сроку. Кроме того, в последние дни перед защитой, когда важно лишний раз пролистать литературу, продумать результаты работы, студент, благодаря поэтапному оформлению записки и графического материала, имеет на это время.

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП РАБОТЫ

Когда работа над проектом заканчивается, прошу дипломника подготовить план выступления. Обсуждаем план, вносим в него коррективы, определяем соразмерность отдельных частей. Обращаю внимание на необходимость четко изложить цель и постановку задачи, а также полученные результаты. Метод решения должен быть изложен сжато, без излишних подробностей. Когда план выступления «утвержден», назначаю день предварительной защиты.

Какова цель предварительной защиты? На мой взгляд, она полезна всегда, но становится просто необходимой, если у студента слабая нервная система. В этом случае в официальной обстановке студент нередко теряется, говорит тихо и робко, словно боится, что звуки собственного голоса могут «перебить» мысль. Предварительная защита, проводимая в товарищеской обстановке, морально подготавливает студента к официальной защите, укрепляет его веру в собственные силы и возможности. Предварительную защиту провожу дня за два до официальной. Студент должен заранее составить доклад и отрепетировать выступление. На предварительную защиту приглашаю свободных преподавателей и студентов. Дипломник развешивает чертежи, затем докладывает. После доклада присутствующие задают любые вопросы, делают замечания. Когда мы остаемся вдвоем, кратко резюмирую замечания по выступлению. Иногда предлагаю свой вариант построения доклада. Обращаю внимание дипломника на некоторые слабые ответы, советую, что еще желательно просмотреть. В заключение говорю, что уверен в хорошей подготовке и успешной защите и рекомендую последний день отдыхать.