



Издательство

МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ВЫПОЛНЕНИЮ
ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ
ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ
«АВИАЦИОННЫЕ ДВИГАТЕЛИ
И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ»**

Москва • 2011

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(национальный исследовательский университет)**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ВЫПОЛНЕНИЮ ДИПЛОМНЫХ
ПРОЕКТОВ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ
“АВИАЦИОННЫЕ ДВИГАТЕЛИ
И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ”**

**Утверждено
на заседании редсовета
5 октября 2009 г.**

**Москва
Издательство МАИ
2011**

ПРЕДИСЛОВИЕ

Дипломное проектирование является завершающим этапом обучения студентов в институте и имеет целью:

- систематизацию, закрепление и расширение теоретических и практических знаний по специальности, применение этих знаний при решении конкретных научных, конструкторских, экономических и производственных задач;
- развитие навыков самостоятельного выполнения проектных работ и выяснения уровня подготовленности студентов для этой деятельности.

По учебному плану на дипломное проектирование, включая защиту проекта, отводится 16 недель.

Дипломный проект выполняется на основе знаний, полученных студентом в период обучения в институте, а также изучения литературы по специальности (учебников, учебных пособий, монографий, периодической литературы, журналов, нормативной литературы и т.д.).

Данные методические указания являются общими для всех специальностей и специализаций направления 160301, по которым обучаются студенты МАИ на кафедрах 201 и 203. Они определяют содержание, объем и порядок выполнения дипломного проекта.

В методических указаниях учтены методические разработки по дипломному проектированию предыдущих лет и многолетний опыт работы кафедр 201 и 203.

Большое внимание в методических указаниях уделено разработке содержания основной и специальной частей проекта. Технологическая, экономическая части и раздел охраны труда проекта разрабатываются по методикам соответствующих кафедр.

1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ТЕМАТИКА ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ

Тематика дипломных проектов охватывает весь спектр проблем проектирования и конструирования авиационных двигателей (АД) и энергоустановок (ЭУ) современных летательных аппаратов (ЛА) и наземных газотурбинных установок для привода генератора электростанций, компрессора газоперекачки или локомотива железнодорожного транспорта.

Большая часть проектов посвящается разработке двигателей летательных аппаратов, различных схем, назначения и параметров. При этом учитывается современное состояние двигателестроения и перспективы его развития.

Допускается, в отдельных случаях, выполнение дипломных работ вместо дипломного проекта. Это возможно в том случае, если студент во время учебы участвовал в течение 1,5—2 лет в выполнении научно-исследовательских работ, проявив при этом склонность к научным исследованиям. На такую замену должно быть разрешение заведующего выпускающей кафедры.

Тематика дипломных проектов подготавливается профессорско-преподавательским составом кафедры, обсуждается и утверждается на заседании кафедры. При подготовке тематики учитываются современное состояние двигателестроения, перспективные научные исследования в этом направлении, а также промышленные разработки.

Студентам предоставляется право на обсуждение и согласование тематики дипломного проекта. Студент может предложить для дипломного проекта свою тему с необходимым обоснованием ее разработки.

Разрешается выполнение одного сложного и большого по объему задания группой (из 2—3 человек) студентов, так называемого комплексного проекта, с целью более углубленной разработки от-

дельных узлов, входящих в АД или ЭУ. Руководителями таких проектов могут быть преподаватели двух выпускающих кафедр.

Тематика дипломного проектирования определяется в процессе прохождения студентом преддипломной практики. В соответствии с предполагаемой темой руководитель практики выдает студенту задание по изучению конкретного изделия и сбору материала, необходимого для выполнения дипломного проекта.

Задание на дипломное проектирование на выбранную тему оформляется на типовом бланке (приложение 2), который является официальным документом после его утверждения заведующим кафедрой.

Задание должно быть подписано студентом, руководителем дипломного проекта, руководителями специальной части проекта, его технологической и экономической частей, раздела по охране труда и обеспечения жизнедеятельности, после чего оно утверждается заведующим выпускающей кафедры.

Студенты, не выполнившие полностью учебный план по специальности, к выполнению дипломных проектов не допускаются.

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ

Дипломный проект включает расчетные работы и конструкторскую разработку или модифицирование основных узлов АД и ЭУ. Он, как правило, должен состоять из следующих частей:

1. *Основная часть* включает результаты термозодинамических, тепловых и прочностных проектных расчётов АД или ЭУ, чертеж — продольный разрез АД или газотурбинного привода ЭУ, выполненный на основе конструкции аналога или прототипа. На защите студент представляет продольный и поперечный разрезы двигателя, его отдельные узлы, модули или блоки, дополняющие и поясняющие выполненный проект по согласованию с его руководителем. В расчетной и конструкторской частях студент может использовать материалы своих курсовых работ и проектов.

2. *Специальная часть проекта* содержит углубленную проработку какого-либо вопроса по теме проекта, например, исследование методики расчёта какого-либо узла, элемента конструкции, обоснование выбора основных параметров двигателя, возможности

его модернизации, создания “семейства” и другие темы, как правило, связанные со специализацией подготовки студента.

3. *Технологическая часть* посвящается технологии изготовления или ремонта какой-либо детали или узла двигателя, автоматизации и комплексной механизации производства, сборке и испытаниям двигателя или отдельных его элементов и узлов.

4. *Экономической часть* должна содержать в краткой форме экономический анализ и оценку результатов процесса разработки и производства проектируемого двигателя.

5. *Часть проекта, посвященная вопросам охраны труда и экологии* на проектируемом объекте при его изготовлении, испытаниях или эксплуатации.

Расчетно-пояснительная записка должна содержать методику выполняемых расчетов, сами расчеты в последовательности, соответствующей представленной методике, а также полученные результаты, включая технико-экономическое сравнение вариантов проектирования и т.д.

В качестве примера приведена таблица, в которой изложено содержание и последовательность выполнения дипломных проектов по специальности 160301.

Руководитель проекта вместе со студентом, выполняющим этот проект, могут включать в задание на дипломный проект и другие пункты, отличающиеся по содержанию от тех, которые представлены в таблице. При этом соответствующее пунктам таблицы процентное содержание трудоёмкости их выполнения может быть также изменено. Эти изменения должны касаться лишь пунктов, относящихся к компетенции кафедры, на которой выполняется дипломный проект. Многие расчётные работы, указанные в таблице, выполняются после разработки предварительной компоновки двигателя в целом и проектирования конструкции его отдельных узлов. В последующем, после выполнения детальных газодинамических, тепловых и прочностных расчётов отдельные размеры и вся конструкция в целом могут быть изменены.

Подготовленное задание на дипломный проект утверждается заведующим кафедрой.

№№ пп	Наименование работы	Примерная трудоемкость в % к общему объему		
		Расчетно- пояснительная часть	Графи- ческая часть	Все- го
1	2	3	4	5
Газотурбинный двигатель (ГТД)				
1	Выбор и обоснование параметров двигателя, его аналога или прототипа, конструктивной схемы. Термогазодинамический расчет двигателя	3	—	3
2	Выбор параметров и согласование турбовентилятора и газогенератора ВРД: ТРДД (редукторного ТРДД), ТРДДф (ТРД, ТРДф, ТВД, ТВдД, ТВВД), ПВРД	1	—	1
3	Расчет компрессора и турбины газогенератора ВРД с ГТД.	1	—	1
4	Детальный газодинамический расчет компрессора газогенератора (по ступеням с построением треугольников скоростей для первой ступени компрессора)	1	—	1
5	Детальный газодинамический расчет охлаждаемой турбины газогенератора (по ступеням с построением треугольников скоростей для первой ступени турбины)	1	—	1
6	Детальный газодинамический расчет вентилятора (КНД) (по ступеням с построением треугольников скоростей для первой ступени вентилятора)	1	—	1
7	Детальный газодинамический расчет турбины низкого давления	1	—	1

№№ пп	Наименование работы	Примерная трудоемкость в % к общему объему		
		Расчетно- пояснительная часть	Графи- ческая часть	Все- го
1	2	3	4	5
8	Газодинамический расчет ступени компрессора и турбины по высоте (выбор закона закрутки лопатки, по согласованию с руководителем проекта)	1	—	1
9	Расчет основной камеры сгорания	1	—	1
10	Расчет форсажной камеры и выходного устройства (реактивного сопла)	1	—	1
11	Выбор программы регулирования двигателя. Расчет высотных, скоростных и климатических характеристик	3	—	3
12	Разработка компоновки и конструкторская проработка отдельных узлов двигателя	—	20	20
13	<p>Определение температурного состояния деталей, выбор материалов и проверочные расчеты на прочность и колебания основных элементов конструкции двигателя:</p> <ul style="list-style-type: none"> • расчет лопатки, замка и диска компрессора на прочность • расчет лопатки, замка и диска турбины на прочность • расчет критической частоты вращения ротора • расчет валов двигателя на прочность • другие расчеты по указанию руководителя 15 — 15 	15	—	15

№№ пп	Наименование работы	Примерная трудоемкость в % к общему объему		
		Расчетно- пояснительная часть	Графи- ческая часть	Все- го
1	2	3	4	5
14	Разработка специальной части проекта	—	—	15
15	Окончательная конструктивная отработка продольного и поперечного разрезов двигателя и его отдельных узлов (модулей двигателя)	—	23	23
16	Выполнение разделов проекта: • по технологической части проекта; • по экономической части проекта; • по охране труда	3	—	3
		3	—	3
		2	—	2
17	Окончательное оформление расчетно-пояснительной записки и подготовка проекта к защите	—	—	4
Газотурбинная установка (ГТУ) на базе авиационного двигателя				
1	Выбор и обоснование основных параметров ГТУ, её конструктивной схемы. Термогазодинамический расчет ГТУ Конвертация авиационного ГТД в ГТД газотурбинной установки, обеспечение требуемого уровня надёжности и ресурса	4	—	4
2	Определение параметров и согласование компрессоров и турбин ГТУ, выбор параметров силовой турбины	2	—	2
3	Детальный газодинамический расчет компрессоров ГТУ (по ступеням с построением треугольников скоростей для первой ступени компрессора)	1	—	1

№№ п/п	Наименование работы	Примерная трудоемкость в % к общему объему		
		Расчетно- пояснительная часть	Графи- ческая часть	Все- го
1	2	3	4	5
4	Детальный газодинамический расчет турбин ГТУ (по ступеням с построением турбины скоростей для первой ступени турбины)	1	—	1
5	Расчет силовой (свободной) турбины	2	—	2
6	Расчет камеры сгорания. Анализ целесообразности применения выносной камеры сгорания	1	—	1
7	Расчет климатических и дроссельных характеристик	1	—	1
8	Разработка компоновки ГТУ и её отдельных узлов. Проектные расчёты отдельных систем и узлов. "Сухие" подшипники и уплотнения	3	20	23
9	Тепловые расчёты и расчет на прочность элементов конструкции газотурбинной установки: • расчет лопатки, замка и диска компрессора на прочность • расчет лопатки, замка и диска турбины на прочность; • расчет критической частоты вращения ротора; • расчет валов двигателя на прочность; • другие расчеты по указанию руководителя	15	—	15
10	Разработка специальной части проекта	—	—	20
11	Окончательная конструктивная отработка продольного и поперечного разрезов и узлов газотурбинной установки	—	18	18

№№ пп	Наименование работы	Примерная трудоемкость в % к общему объему		
		Расчетно- пояснительная часть	Графи- ческая часть	Все- го
1	2	3	4	5
12	Выполнение разделов проекта:			
	• по технологической части проекта;	3	—	3
	• по экономической части проекта;	3	—	3
	• по охране труда	2	—	2
13	Окончательное оформление рас- четно-пояснительной записки и подготовка проекта к защите	—	—	4
Авиационный двигатель внутреннего сгорания (ДВС)				
1	Выбор и обоснование параметров ДВС и его схемы. Тепловой расчет двигателя	3	—	3
2	Согласование параметров компрес- сора и турбины агрегата наддува	1	—	1
3	Газодинамический расчет компрес- сора наддува (при наличии надду- ва) и разработка его проточной части	3	1	4
4	Газодинамический расчет турбины наддува (при наличии наддува и турбокомпрессора) и разработка её проточной части	3	1	4
5	Расчеты камеры сгорания ДВС и основных элементов системы по- дачи топлива	2	—	2
6	Выбор программы регулирования, оценка переходных процессов и расчет характеристик	3	—	3

№№ п/п	Наименование работы	Примерная трудоемкость в % к общему объему		
		Расчетно- пояснительная часть	Графи- ческая часть	Все- го
1	2	3	4	5
7	Разработка компоновки двигателя		18	18
8	Отработка конструкции и поверочные расчеты двигателя на прочность коленчатого вала, поршней, цилиндров, подшипников, шестеренчатых передач и др. расчеты по указанию руководителя	15	—	15
9	Система смазки двигателя: разработка схемы и расчет основных узлов системы	3	—	3
10	Расчет системы охлаждения ДВС и определение параметров основных узлов системы охлаждения	2	—	2
11	Разработка специальной части проекта	18	—	18
12	Окончательная конструктивная отработка продольного и поперечного разрезов и узлов двигателя	—	15	15
13	Выполнение разделов проекта: • по технологической части проекта; • по экономической части проекта; • по охране труда	3	—	3
		3	—	3
		2	—	2
14	Окончательное оформление расчетно-пояснительной записки и подготовка проекта к защите	—	—	4

3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

При проектировании газотурбинных двигателей (ГТД), газотурбинных установок (ГТУ) и авиационных двигателей внутреннего сгорания (ДВС) необходимо обосновать выбранный для проектирования тип двигателя и энергоустановки. В зависимости от условий эксплуатации разрабатывается общая схема ГТД, ГТУ или ДВС, определяются необходимые параметры их подсистем. Выбирается прототип или аналог проекта с использованием базы данных по отечественным и зарубежным ГТД, имеющихся на кафедрах 201 и 203.

Проектирование начинается с выполнения термогазодинамического расчета, который в первом приближении позволяет определить: основные размеры двигателя и его узлов, температуру газа и другие газодинамические параметры в различных сечениях двигателя.

Для проведения большей части расчетов следует использовать персональный компьютер, привлекая для этих целей учебные программы МАИ, с которыми студенты знакомились в процессе обучения, и программы, используемые на предприятиях.

Список основной литературы и перечень программ кафедр 201 и 203, рекомендуемых для расчета основных разделов проекта, даны в Приложении 7.

После того, как выбраны основные параметры и проведены проектные газодинамические расчёты основных узлов, следует переходить к разработке конструкций деталей, узлов и двигателя в целом.

При проектировании газотурбинного двигателя по полученным размерам разрабатывается проточная часть; выбирается силовая схема двигателя; местоположение и конструкция опор роторов, плоскости разъема корпусов; прорабатываются вопросы сборки узлов и двигателя в целом, деление двигателя на модули, состав модулей; форма и крепление рабочих, направляющих и сопловых лопаток; конструкция деталей ротора и статора компрессора, газовой турбины, камеры сгорания, форсажной камеры и выходного устройства; выбирается конструкция уплотнений воздушных и масляных полостей; выбирается материал основных деталей; конструкция основных элементов. Лопатки, замковые соединения, диски, валы проверяются расчетом на прочность.

При проработке силовой схемы двигателя необходимо определить осевые силы, действующие на радиально-упорный подшипник и предусмотреть мероприятия по его разгрузке.

Необходимо проработать схему охлаждения элементов турбины и других горячих частей двигателя, определить необходимые отборы воздуха для функционирования системы охлаждения с учётом заданной максимальной температуры газа перед турбиной, запасов по температуре, обеспечивающих требования надёжности, и требований системы регулирования, в частности, по возможности тепловой раскрутки двигателя на высотных режимах. Следует разработать узлы крепления двигателя к летательному аппарату с учётом действующих сил и моментов, а также требований по резервированию несущих звеньев подвески.

При проектировании газотурбинных установок и авиационных двигателей внутреннего сгорания необходимо обосновать выбранный для проектирования тип энергоустановки или двигателя. В зависимости от требований по экономичности или условий эксплуатации, разрабатывается общая схема ГТУ, определяются необходимые параметры её систем и подсистем.

В соответствии с заданием подробно разрабатывается конструкция основных узлов АД, ГТУ и авиационных ДВС. Производится определение оптимальных параметров силовой и энергетической установок.

После проработки конструкции, проведения необходимых расчетов на прочность, обосновывающих правильность выбранных размеров деталей конструкции, дипломник с разрешения руководителя проекта может приступить к окончательному проектированию двигателя (ГТУ, авиационного ДВС) — выполнению продольного разреза с использованием компьютера и имеющегося в институте программного обеспечения.

Для выяснения конструкции отдельных узлов необходимо выполнить продольные и поперечные разрезы и сечения.

Допускается выполнение продольного разреза ГТУ до линии обрыва немного ниже оси, при этом опоры и приводы к агрегатам должны быть выполнены полностью.

При разработке чертежей необходимо руководствоваться единой системой конструкторской документации (ЕСКД) и другими нормативными документами.

При необходимости полный поперечный разрез может быть заменен рядом равноценных сечений.

На чертеже общего вида АД или ЭУ должны быть проставлены габаритные размеры.

Общий объем графических работ в дипломном проекте, включая графики и схемы, должен, как правило, составлять не менее 6...8 листов формата А1 (594×841).

Все чертежи, графики и схемы должны иметь соответствующие названия и подписи дипломника и руководителя проекта; по специальной части — консультанта. Все графики и рисунки на плакатах должны иметь ясное и четкое изображение.

Специальная часть проекта формируется руководителем проекта с учетом специализации, содержания будущей работы дипломника или его пожеланий. В этой части студентом должна быть проявлена самостоятельность в выборе тематики, разработке поставленной проблемы и принятии решений.

Например, в качестве тем этой части проекта могут быть предложены: проведение всестороннего обоснования заданных параметров двигателя в соответствии с назначением летательного аппарата; углубленный анализ рабочих процессов в двигателе или его узлах; специальные расчеты на прочность, колебания и устойчивость; анализ надежности и ресурса двигателя, анализ работы топливной или масляной систем двигателя с разработкой одного из агрегатов этих систем; рассмотрение и анализ различных вариантов конструктивных решений роторов и статоров АД и ЭУ, разработка критериев по выбору компромиссного окончательного варианта конструкции и т.п.

Тема специальной части проекта может быть взята из научно-исследовательской работы студента, которой он занимался во время учебы; результаты исследований должны быть внедрены в расчетную или конструкторскую часть проекта.

Специальная часть, как правило, составляет 16 — 20 % от общего объема проекта.

Технологическая часть должна быть увязана с основным заданием на дипломный проект.

Руководит выполнением этой части проекта консультант-технолог.

Технологическая часть состоит из двух разделов.

Первый раздел выполняется при проектировании в процессе проработки конструкции двигателя, когда необходимо при создании элементов конструкции решать вопросы их технологичности: простота форм деталей, их соединение, выбор материалов для ос-

новных деталей, методы обработки поверхностей, вопросы термообработки, контроль качества материалов и сварных соединений, сборка (разборка) и испытание двигателей.

Во втором разделе дается описание технологического процесса по изготовлению какой-либо детали или узла двигателя, по сборке узла или агрегата, по проведению технологических испытаний двигателя или агрегата.

Экономическая часть так же, как и предыдущая часть проекта, должна быть органически связана с основным заданием.

В каждом дипломном проекте должны быть разработаны следующие вопросы:

- определены затраты на разработку и производство опытного или серийного спроектированного двигателя;
- дан технико-экономический анализ спроектированного объекта;
- произведен расчет и составлен календарный план производства двигателя, узла или агрегата.

Раздел охраны труда должен соответствовать основному направлению дипломного проекта. Задание должно предусматривать разработку одного или нескольких вопросов, относящихся к проектируемому объекту или технологическому процессу, который рассматривается в проекте, или к специальной части проекта.

Подробные методические указания по выполнению технологической, экономической частям и охране труда излагаются в разработках соответствующих кафедр.

Расчетно-пояснительная записка печатается на одной стороне листа формата А4 (210×297 мм).

Расчетно-пояснительная записка должна содержать:

- титульный лист с названием темы дипломного проекта, подписями дипломника, руководителя проекта, консультантов по специальной, технологической, экономической частям, охране труда, рецензента проекта. На титульном листе указывается факультет, выпускающая кафедра и год окончания (см. приложение 1);
- оформленный бланк задания (см. приложение 2);
- отзыв руководителя (см. приложение 3);
- заключение рецензента (см. приложение 4);
- оглавление;
- таблицу основных данных разработанного двигателя, основные параметры аналога или прототипа;

- разделы, содержащие выбор и обоснование параметров двигателя, термодинамические и другие расчеты, расчеты на прочность и колебания. При расчете на персональном компьютере многоступенчатых осевого компрессора или турбины необходимо к распечатке на компьютере приложить сводную таблицу расчетов. Каждый расчет должен иметь исходные данные, иллюстрироваться расчетными схемами, графиками и выводами по расчету;
- специальную часть проекта;
- технологическую и экономическую части, раздел охраны труда;
- список использованной литературы по всем разделам дипломного проекта (см. приложение 7).

В пояснительной записке приводятся лишь те материалы, которые получены самим дипломником. Полное переписывание текста из учебной или периодической литературы не допускается.

Внесение в записку расчетных формул, соотношений, принятых коэффициентов должно сопровождаться ссылкой на литературные источники. В расчетах по определению температурного состояния деталей, на прочность и колебания обязательно должны быть расчетные схемы узла или деталей с необходимыми размерами и обозначениями.

Буквенная запись формулы должна сопровождаться записью в цифрах и полученными результатами. Некоторые расчеты могут заканчиваться сводной таблицей и графиком.

Все расчеты должны иметь размерность в единой системе единиц измерения (СИ).

Расчетно-пояснительная записка не должна превышать 100...120 страниц, включая текст, схемы, графики, таблицы, эскизы.

Пояснительная записка печатается на принтере. В порядке исключения, в обоснованных случаях допускается оформление записки в рукописном варианте. Текст печатается строчными буквами на одной стороне листа писчей бумаги формата А4. Заглавными буквами печатается название глав, слова “ВВЕДЕНИЕ”, “ЗАКЛЮЧЕНИЕ”.

Каждая глава начинается с новой страницы. В тексте должна быть соблюдена соподчиненность глав, параграфов и пунктов. Страницы нумеруются от титульного листа до последнего, цифра на титульном листе не ставится.

Расчетно-пояснительная записка должна быть переплетена или заключена в папку для дипломных работ.

4. КОНТРОЛЬ ЗА ВЫПОЛНЕНИЕМ ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ

Общее руководство дипломным проектом возлагается на руководителя проекта, которого назначает заведующий кафедрой.

Руководитель проекта обеспечивает техническое, организационное и методическое руководство дипломным проектом и обязан:

- организовать и контролировать прохождение преддипломной практики и осуществлять прием зачета по практике с обязательным заполнением зачетной ведомости (бланк задания на преддипломную практику дан в приложении 8);
- определить тему дипломного проекта и обеспечить своевременную выдачу и утверждение задания на дипломное проектирование;
- обеспечить регулярные консультации;
- осуществлять постоянный контроль за ходом выполнения проекта в соответствии с индивидуальным графиком студента;
- принять участие в смотрах дипломных проектов;
- подготовить предварительную защиту дипломнику перед защитой проекта;
- подписать пояснительную записку и чертежные листы проекта не позже, чем за неделю до защиты проекта;
- дать письменный отзыв о дипломном проекте для представления его в ГАК;
- выбрать рецензента с согласия заведующего кафедрой.

Объем выполнения дипломного проекта предусматривает систематическую работу в течение всего периода проектирования из расчета 40 часовой рабочей недели. При работе на предприятии студент работает по режиму предприятия.

Руководитель и дипломник должны встречаться не реже одного раза в неделю для обсуждения и выяснения возникающих в ходе проектирования вопросов.

В период проектирования проводятся смотры дипломных проектов дипломников с целью выявления степени готовности проектов и соблюдения требований к ним.

Смотры дипломных проектов организуются в период проектирования дважды в сроки, установленные деканатом:

1-й смотр устанавливает 35 — 40 % готовности проектов;

2-й смотр устанавливает 75 — 80 % готовности проектов.

Смотры проводятся комиссиями, созданными на кафедре. В состав комиссий входят преподаватели кафедры. Присутствие руководителей проектов обязательно. Организация и проведение смотров возлагается на руководство кафедры.

Студенты обязаны представить в комиссию следующие материалы:

- оформленное и утвержденное задание;
- черновые и чистовые материалы пояснительной записки, просмотренные руководителем или консультантом;
- чертежные листы, подписанные руководителем или консультантом.

Студенты, значительно отстающие от графика проектирования, по решению комиссии не допускаются к защите проектов и представляются к отчислению из института.

На основании просмотра всех представленных материалов комиссия делает замечания и проставляет процент готовности проекта в сводной ведомости кафедры.

В течение четырех недель после начала проектирования кафедры составляет график очередности защит проектов в Государственной аттестационной комиссии (ГАК).

Если дипломник не получил задания в установленные сроки, то сроки дипломного проектирования могут быть изменены, а защита дипломного проекта перенесена на более позднее время (по согласованию с деканатом).

5. ПРОСМОТР ЗАКОНЧЕННЫХ ПРОЕКТОВ, НАПРАВЛЕНИЕ НА ЗАЩИТУ И ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАЩИТЫ ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ (работ)

Для просмотра законченных дипломных проектов (предварительная защита) заведующий кафедры назначает комиссию из преподавателей. В состав этой комиссии по указанию деканата включаются по одному преподавателю от других выпускающих и технологических кафедр. За неделю до дня защиты (в соответствии с графиком) дипломник обязан предъявить комиссии все оформленные материалы по проекту: чертежи, схемы, графики, расчетно-пояснительную записку (записку на просмотр разрешается ~~предъявлять~~ предъявлять в непереплетенном виде).

Комиссия принимает решение о допуске дипломника к защите в Государственной аттестационной комиссии (приложение 5) и назначает рецензента проекта, выдавая подписанное заведующим кафедрой и членами комиссии направление (приложение 6).

В том случае, если представленный комиссии проект не отвечает требованиям, предъявляемым к дипломным проектам, принимается решение о *недопуске* студента к защите и сообщается об этом в деканат.

Руководитель проекта по окончании работы студента над дипломным проектом обязан написать отзыв, который составляется в произвольной форме с обязательным освещением следующих основных вопросов:

- соответствие содержания работы заданию на выполнение выпускной работы, актуальность темы;
- полнота, глубина и обоснованность решения поставленных вопросов;
- степень самостоятельности дипломника в решении поставленных вопросов, его инициативность, умение обобщать другие работы и делать соответствующие выводы; умение принимать самостоятельные решения, использовать в работе современные достижения науки и техники;
- способность к проведению расчётных и экспериментальных исследований, умение делать выводы из результатов проведенных работ, которые предусмотрены заданием;
- степень усвоения, способность и умение использовать знания по общеобразовательным дисциплинам в самостоятельной работе, грамотность изложения материала и качество графических приложений;
- возможности и место практического использования работы или ее отдельных частей (в промышленности, НИР и учебном процессе);
- другие вопросы по усмотрению руководителя;
- недостатки дипломного проекта.

В заключение отзыва указывается, что дипломник заслуживает (или не заслуживает) присвоения квалификации инженера по “Двигателям летательных аппаратов и энергетическим установкам”.

Рецензирование проекта включает, помимо рассмотрения всех материалов проекта, представляемых к защите, также беседу с дипломником по интересующим рецензента вопросам. Правиль-

ность и полнота ответов на поставленные вопросы учитываются при составлении рецензии.

Рецензия, написанная в произвольной форме, должна содержать следующие сведения:

- соответствие темы проекта специальности;
- соответствие содержания проекта теме и заданию на дипломное проектирование;
- актуальность темы проекта;
- о глубине и детальности проработки темы проекта в целом и отдельных его частей;
- о наличии, полноте и правильности расчетов, конструкторских документов и др.;
- обоснование принятых решений и рекомендаций, их практическую ценность;
- об оценке стиля и грамотности изложения пояснительной записки, соблюдении требований к оформлению материалов проекта;
- об общеинженерной подготовке студента с учетом заданных вопросов по материалам проекта;
- о недостатках проекта.

В заключение рецензии дается общая оценка проекта по четырехбалльной шкале (отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно) и указывается, что дипломник заслуживает (или не заслуживает) присвоения квалификации инженера по “Двигателям летательных аппаратов и энергетическим установкам”.

Деканат на каждого студента представляет в ГАК следующие документы: характеристику, выписку из зачетной книжки, постановление выпускающей кафедры о допуске студента к защите дипломного проекта; студент представляет в ГАК дипломный проект с отзывом руководителя и заключением рецензента.

Защита дипломных проектов проводится по расписанию, составленному заблаговременно.

Перед началом защиты студент должен развесить все чертежи, плакаты, схемы, графики в аудитории.

На защитах могут присутствовать все желающие.

Порядок проведения защиты:

- секретарь комиссии объявляет о начале защиты, называя при этом фамилию, имя и отчество студента, защищающего дипломный проект и тему этого проекта;

- председатель комиссии предоставляет слово для доклада студенту не более 10 мин. После этого члены комиссии задают вопросы;
- по окончании вопросов по дипломному проекту секретарь комиссии знакомит присутствующих с отзывом руководителя и заключением рецензента дипломного проекта. После обсуждения этих документов ГАК удаляется на совещание;
- оценка дипломного проекта является итоговым результатом работы студента во время его обучения и работы над дипломным проектом. Оценка дипломного проекта по четырехбалльной шкале формируется комиссией ГАК на закрытом совещании.

Необходимо учитывать мнение каждого члена комиссии по следующим пунктам:

- качество и полнота доклада;
- правильность и четкость ответов на вопросы ГАК;
- оригинальность задания на выполнение дипломного проекта, отличия заданных параметров от прототипа;
- самостоятельность работы над графической частью, отличие конструктивных решений от прототипа;
- самостоятельность, объем выполненной специальной части, полнота раскрытия проблемы;
- успеваемость студента в процессе обучения.

После защиты дипломных проектов студентами председатель объявляет решение комиссии, оценку дипломных проектов и вручает знак об окончании института.

На этом заканчивается защита дипломных проектов.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(национальный исследовательский университет)

Факультет № 2
Кафедра 201(203)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТУ

На тему: _____

Дипломант: _____
(фамилия, имя, отчество)(подпись)

Руководитель проекта: _____
(фамилия, имя, отчество)(подпись)

Консультанты:
по спец. части: _____
(фамилия, имя, отчество) (подпись)

по технологической части: _____
(фамилия, имя, отчество) (подпись)

по экономической части: _____
(фамилия, имя, отчество) (подпись)

по охране труда: _____
(фамилия, имя, отчество) (подпись)

Рецензент: _____
(фамилия, имя, отчество) (подпись)

Москва 20 г.

“УТВЕРЖДАЮ”

Зав. кафедрой 201 (203)

“ ___ ” _____ 20 г.

**МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(национальный исследовательский университет)**

ЗАДАНИЕ

по подготовке дипломного проекта (работы)

Студенту _____

1. Тема проекта (работы) _____

2. Срок сдачи студентом законченного проекта (работы)

_____ 20 г.

3. Исходные данные к проекту (работе) _____

4. Перечень подлежащих разработке в дипломном проекте вопросов или краткое содержание дипломной работы:

№№ п.п	Разрабатываемый вопрос	Срок выполнения

5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

№№ п.п	Наименование	Количество листов

6. Консультанты по проекту (работе):

по спец. части: _____
(фамилия, имя, отчество) (подпись)

по технологической части: _____
(фамилия, имя, отчество) (подпись)

по экономической части: _____
(фамилия, имя, отчество) (подпись)

по охране труда: _____
(фамилия, имя, отчество) (подпись)

7. Дата выдачи задания

Руководитель: _____
(фамилия, имя, отчество) (подпись)

Задание принял к исполнению

“ ___ ” _____ 20 г.

Подпись студента _____

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(национальный исследовательский университет)**

ОТЗЫВ

Консультанта проекта _____
(звание, фамилия, инициалы)

о дипломном проекте (работе) студента _____
(фамилия, инициалы)

Факультета _____

“ ” _____ 20 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(национальный исследовательский университет)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рецензента проекта _____
(звание, фамилия, инициалы)

о дипломном проекте (работе) студента _____
(фамилия, инициалы)

факультета _____

“ ” _____ 20 г.

Примечания:

Рецензия, кроме общего раздела проекта должна отражать:

- степень новизны в решение поставленной задачи;
- оригинальность решения дипломантом поставленной задачи;
- недостатки, имеющиеся в проекте (содержании, качестве оформления, правильности расчетов и др.).

ПОСТАНОВЛЕНИЕ

от “___” _____ 20 г.

Рассмотрев дипломный проект студента _____
на тему _____

кафедра № 201 (203) постановляет: дипломный проект представ-
лен в соответствии с заданием в полном объеме. Допустить студен-
та _____

к защите дипломного проекта перед Государственной Аттестаци-
онной Комиссией и назначить рецензентом _____

Заведующий кафедрой _____

Члены кафедры: _____

Дата защиты _____

Предприятие _____

Направляю к Вам студента _____ ,

выполнившего дипломный проект _____

под руководством _____ ,

прошу дать рецензию на представленный дипломный проект.

Заведующий кафедрой № 201(203) _____

“ _____ ” _____ 20__ г.

СПИСОК ОСНОВНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММ РАСЧЕТА ОСНОВНЫХ РАЗДЕЛОВ ПРОЕКТА ДЛЯ ГТД, ГТУ

I. По теории АД и ЭУ

1. Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок: Учебник /В.И. Бакулев, В.А. Голубев и др.; Под ред. В.А. Сосунова, В.М. Чепкина. — М.: Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2003.

2. Термогазодинамические расчеты и расчеты характеристик авиационных ГТД / А.Б. Агульник, В.И. Бакулев, В.А. Голубев, И.В. Кравченко, Б.А. Крылов; Под ред. В.И. Бакулева: Учебное пособие. — М.: Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2002.

Приведены алгоритмы и даны описания программ термогазодинамического расчета ГТД, а также расчета их характеристик с различными программами управления двигателями. Вся система программ хранится в виде файлов, готовых к исполнению. В зависимости от решаемой задачи на исполнение вызывается один из файлов таблицы.

Наименование решаемой задачи	Имя исполняемого файла	Имя файла результатов
Термогазодинамический расчет ТРД	trd.exe	trd.dat
Термогазодинамический расчет ТРДФ	trdf.exe	trdf.dat
Термогазодинамический расчет ТВД	tvd.exe	tvd.dat
Термогазодинамический расчет ТРДД	trdd.exe	trdd.dat
Термогазодинамический расчет ТРДДФ	trddcm.exe	trddcm.dat
Термогазодинамический расчет ГТР с регенерацией тепла	tvdreg.exe	tvdreg.dat
Приведение данных ГТД к взлетному режиму ($M_{II} = 0$; $H = 0$)	priv.exe	priv.dat
Характеристики ТРД и ТРДФ	bcx1.exe	bcx1.dat
Характеристики ТРДД	bcx2.exe	bcx2.dat
Характеристики ТРДДсм и ТРДДФ	bcx3.exe	bcx3.dat
Характеристики ТВД	bcx4.exe	bcx4.dat
Характеристики ГТД с регенерацией тепла	bcx5.exe	bcx5.dat

3. *Емин О.Н., Карасев В.Н., Ржавин Ю.А.* Выбор параметров и газодинамический расчет осевых компрессоров и турбин авиационных ГТД. — М.: Из-во МАИ-ПРИНТ, 2004.

4. *Холщевников В.К., Емин О.Н., Митрохин В.Т.* Теория и расчет авиационных лопаточных машин. — М.: Машиностроение, 1986.

5. *Ржавин Ю.А.* Осевые и центробежные компрессоры ДЛА. — М.: Изд-во МАИ, 1993.

6. Комплекс программ для расчета компрессоров и турбин TURBO GTD.

7. *Ковнер Д.С., Онищик И.И., Христофоров И.Л.* Расчет и проектирование камер сгорания ВРД в САПР. — М.: Изд-во МАИ, 1989.

II. По конструированию АД и ЭУ

1. Российская энциклопедия CALS. Авиационно-космическое машиностроение. Гл. ред. А.Г. Братухин. — М.: ОАО Научно-исследовательский центр автоматизированных систем конструирования, 2008. — 600 с.

2. *Иноземцев А.А., Нухамкин М.А., Сандрацкий В.Л.* Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок: Учеб. пособие. — М.: Машиностроение, 2008. Т.3. — 227 с. (Серия: Газотурбинные двигатели).

3. Проектирование авиационных газотурбинных двигателей: Учебник для вузов / Под ред. проф. А.М. Ахметзянова. — М.: Машиностроение, 2000. — 454 с.

4. Вертолётные газотурбинные двигатели / В.А. Григорьев, В.А. Зрелов, Ю.М. Игнаткин и др.; Под общ. ред. В.А. Григорьева и Б.А. Пономарёва. — М.: Машиностроение, 2007. — 491 с.

5. Конструкция и проектирование авиационных газотурбинных двигателей: Учебник для студентов вузов по специальности "Авиационные двигатели и энергетические установки" / С.А. Вьюнов, Ю.И. Гусев, А.В. Карпов и др.; Под общ. ред. Д.В. Хронина. — М.: Машиностроение, 1989. — 368 с.

6. ГОСТ В 15.208-82 СРПП ВТ. Руководящие положения по конструированию. Основные положения. — М.: Изд-во стандартов, 1990.

7. *Норенков И.П.* Разработка САПР: Учебник для вузов. — М.: Машиностроение, 1994. — 240 с.

8. *Кривошеев И.А.* Формализация процесса проектирования и доводки двигателей с использованием CASE-технологии. — М.: Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2008. — 127 с.

III. По авиационным ДВС

1. *Тареев В.М.* Справочник по тепловому расчету рабочего процесса двигателей внутреннего сгорания. — М.: Изд-во Речной транспорт, 1959.

2. *Колчин А.И., Демидов В.П.* Расчет автомобильных и тракторных двигателей. Учебное пособие для вузов; 3-е изд. перераб. и доп. — М.: Высш. шк., 2003.

3. *Свиридов Ю.Б.* Смесеобразование и сгорание в дизелях. — Л.: Машиностроение, 1972.

4. *Ржавин Ю.А., Карасев В.Н.* Термодинамический расчет турбокомпрессора для агрегата наддува ДВС: Учеб. пособие. — М.: Динак, 2004.

5. *Крутов В.И.* Автоматическое регулирование двигателей внутреннего сгорания. — М.: Машиностроение.

6. Комплекс программ для расчета компрессоров и турбин TURBO GTD.

Расчеты на прочность проводятся по методикам и программам кафедры 203.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(национальный исследовательский университет)

Кафедра _____

Специальность _____

ЗАДАНИЕ
по преддипломной практике

Студент _____

Группа _____

Начало 20 г. Окончание 20 г.

Тема практики _____

№№ п/п	Рассматриваемые вопросы	Вид отчетности
1		
2		
3		
4		
5		
6		

Оценка практики _____

Руководитель практики _____

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
1. Основные положения и тематика дипломных проектов	4
2. Содержание дипломных проектов	5
3. Последовательность выполнения дипломного проекта	13
4. Контроль за выполнением дипломных проектов	18
5. Просмотр законченных проектов, направление на защиту и организация защиты дипломных проектов (работ)	19
Приложение 1	23
Приложение 2	24
Приложение 3	26
Приложение 4	27
Приложение 5	28

Приложение 6	:	29
Приложение 7	:	30
Приложение 8	:	33

Тем. план 2010, поз. 4

**Агульник Алексей Борисович
Кравченко Ирина Васильевна
Нестеренко Валерий Григорьевич**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ВЫПОЛНЕНИЮ ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ
ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ
“АВИАЦИОННЫЕ ДВИГАТЕЛИ
И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ”**

Редактор *Л.А. Митина*
Компьютерная верстка *Т.С. Евгеньевой*

Сдано в набор 19.10.11. Подписано в печать 2.11.11.

Бумага офсетная. Формат 60 × 84 1/16.

Печать офсетная. Усл. печ. л. 2,09. Уч.-изд. л. 2,25.

Тираж 200 экз. Зак. 049/063.

Издательство МАИ
(МАИ), Волоколамское шоссе, д. 4,
Москва, А-80, ГСП-3 125993

Типография Издательства МАИ
(МАИ), Волоколамское шоссе, д. 4,
Москва, А-80, ГСП-3 125993