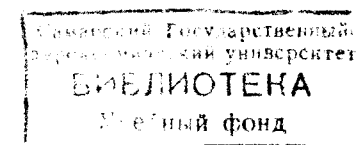


ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЕВА»

ОТРАЖЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ  
ВОПРОСОВ В КОНСТРУКТОРСКИХ  
ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТАХ

*Методические указания  
по дипломному проектированию*



САМАРА  
Издательство СГАУ  
2006

Составитель *И.М. Макаровский*

УДК 629.7.017

**Отражение эксплуатационных вопросов в конструкторских дипломных проектах:** метод. указания по дипломному проектированию / сост. *И.М. Макаровский*. - Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2006. - 16с.

Содержат рекомендации по разработке эксплуатационного раздела конструкторских дипломных проектов (ДП), выполняемых на кафедрах летательных аппаратов (КИПЛА) и двигателей (КИПДЛА).

Предназначены для студентов, обучающихся по специальности "Техническое обслуживание ЛА и авиационных двигателей", их руководителей и консультантов по эксплуатационному разделу. Подготовлены на кафедре ЭАТ СГАУ.

Печатаются по решению Редакционно-издательского совета Самарского государственного аэрокосмического университета

Рецензент *В.Н. Шубин*

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Одной из важных задач, требующих решения при выполнении дипломных проектов (ДП) по специальности "Техническая эксплуатация ЛА и авиационных двигателей" на кафедрах КИПЛА и КИПДЛА, является обеспечение их эксплуатационной направленности. При этом вопросы эксплуатации проектируемой авиационной техники (АТ) в той или иной мере прорабатываются во всех разделах конструкторских ДП. Однако особое внимание этим вопросам уделяется в эксплуатационном разделе, который является необходимой и обязательной составной частью ДП.

Эксплуатационный раздел конструкторского ДП преследует следующие цели:

- закрепление и расширение знаний студентов в области эксплуатации АТ;
- развитие навыков самостоятельного решения инженерных задач эксплуатационной направленности;
- углублённая проработка вопросов эксплуатации проектируемой АТ.

Задание на выполнение эксплуатационного раздела выдаётся консультантом ДП, назначенным из числа профессорско-преподавательского состава кафедры эксплуатации авиационной техники (ЭАТ). По решению кафедры эксплуатационный раздел может быть объединён со специальной частью ДП (если последняя имеет выраженную эксплуатационную направленность).

Консультантами по эксплуатационному разделу, как правило, назначаются преподаватели кафедры ЭАТ, руководящие практикой студентов на эксплуатационных предприятиях ГА и являющиеся руководителями ДП эксплуатационной направленности.

Исходными данными при выборе темы эксплуатационного раздела являются:

- тема и общая направленность ДП;
- подготовленность и знание студентом АТ;
- возможность использования материалов, полученных студентом в ходе выполнения курсового проекта и научно-исследовательской работы.

Тематика эксплуатационного раздела ДП предусматривает проработку вопросов, отражающих современные тенденции развития эксплуатации АТ, в решении которых заинтересованы эксплуатационные предприятия ГА.

В некоторых случаях тема эксплуатационного раздела (при соответствующем обосновании) может быть предложена и самим студентом-дипломником.

## 2. ПОДГОТОВКА К ВЫПОЛНЕНИЮ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО РАЗДЕЛА

Приступая к работе над эксплуатационным разделом, студент-дипломник должен ознакомиться с новинками технической литературы по выбранной теме, изучить современное состояние, перспективы развития и применения АТ, по назначению и устройству близкой к проектируемой.

Для успешного выполнения эксплуатационного раздела при прохождении преддипломной практики студент под руководством преподавателя конструкторской кафедры и консультанта по эксплуатационному разделу должен:

- изучить особенности конструкции, работы и эксплуатации объекта-прототипа;

- собрать статистические данные об отказах и неисправностях объекта-прототипа, выполненных доработках, приспособленности объекта к выполнению регламентных работ, содержанию и технологической оснащённости технологических процессов ТО и другие сведения, необходимые для решения поставленных в эксплуатационном разделе задач;

- подготовить необходимые для выполнения графической части раздела схемы, эскизы, рисунки и фотографии.

Указанные данные студент может получить из учётно-отчётной документации предприятия по месту практики, инструкций по эксплуатации, регламента и технологий ТО объекта - прототипа, а также на основе собственных наблюдений.

С целью уточнения задания на эксплуатационный раздел собранные на практике материалы должны быть систематизированы и представлены консультанту по эксплуатационному разделу до начала работы над ДП.

## 3. ОБЪЁМ И СТРУКТУРА ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО РАЗДЕЛА

Объём эксплуатационного раздела составляет до 20% объёма ДП. Эксплуатационному разделу в ДП обычно отводится 12...15 страниц пояснительной записки (включая рисунки и таблицы) и 1..2 листа графической части (чертежи и плакаты формата А1).

В пояснительную записку по разделу включаются результаты самостоятельной работы студента. При этом следует избегать переписываний заводских инструкций, технологий и литературных источников без их глубокой проработки.

Графическая часть раздела должна соответствовать требованиям ЕСКД и отражать самостоятельную работу студента. Она может содержать принципиальные схемы, чертежи и плакаты, поясняющие сущность предлагаемых студентом инженерных решений, направленных на обеспечение заданных эксплуатационных свойств проектируемого объекта (ЛА, двигателя, системы).

Эксплуатационный раздел ДП включает следующие разделы:

1. Введение (постановка задачи и пути её решения).
2. Особенности конструкции и эксплуатации объекта-прототипа.
3. Разработка мероприятий по обеспечению заданных эксплуатационных характеристик проектируемого объекта.
4. Выводы и заключение (результаты выполненной работы).

Примерное распределение объёма работ по этапам выполнения раздела представлено в табл.1.

Таблица 1

№ п/п	Этап работы	Объём, %	Кол.	Кол.
			стр.	листов
1	Сбор и систематизация исходных данных для проектирования	2	2..3	-
2	Анализ объекта - прототипа, постановка задач проектирования	5	3..4	-
3	Разработка мероприятий по обеспечению заданных эксплуатационных характеристик проектируемого объекта	7	7..8	-
4	Выполнение графической части и оформление пояснительной записки	5 3	-	1...2

Консультант по эксплуатационному разделу уточняет объём и последовательность выполнения работ по разделу с учётом объёма и содержания исходных данных, помогает студенту решать вопросы, возникающие в ходе работы над ДП.

#### **4. СОДЕРЖАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО РАЗДЕЛА**

Содержание эксплуатационного раздела определяется темой ДП. Темой эксплуатационного раздела при этом могут быть следующие направления:

1. Обеспечение эксплуатационной надёжности проектируемого объекта (ЛА, двигателя, системы).
2. Обеспечение эксплуатационной технологичности (контролепригодности) проектируемого объекта (ЛА, двигателя, системы).
3. Разработка системы ТО и Р для проектируемого объекта (ЛА, двигателя, системы).

По согласованию с консультантом в эксплуатационном разделе могут быть проработаны и другие вопросы, связанные с ТО и Р проектируемого объекта.

В зависимости от выбранного тематического направления в эксплуатационном разделе решаются следующие вопросы.

##### ***1. Обеспечение эксплуатационной надёжности проектируемого объекта (ЛА, двигателя, системы)***

При выборе раздела данного направления выполняется качественный анализ эксплуатационной надёжности объекта-прототипа (ЛА, двигателя, системы), предлагаются конструктивные решения, направленные на обеспечение эксплуатационной надёжности проектируемого объекта. На основе результатов качественного анализа надёжности выделяются характерные отказы и неисправности объекта, проводится их классификация по происхождению, причине возникновения, влиянию на безопасность и регулярность полётов. Проводится анализ причин возникновения одной из неисправностей объекта-прототипа, предлагаются конструктивные решения, направленные на обеспечение надёжности проектируемого объекта.

При разработке мероприятий по совершенствованию конструкции объекта должны быть учтены современные тенденции в области конструирования и изготовления АТ. Принятые решения и рекомендации должны быть технически и экономически обоснованы.

В пояснительную записку раздела по данному тематическому направлению включаются:

- статистические данные об отказах и неисправностях объекта - прототипа (в виде сводной таблицы);
- результаты качественного анализа надёжности объекта - прототипа (в виде диаграмм и выводов);
- результаты исследования неисправности объекта - прототипа (с приведением поверочных расчётов и указанием предполагаемых причин возникновения);
- техническое обоснование конструктивно-технологических решений, направленных на повышение надёжности проектируемого объекта (с приведением необходимых расчётов и чертежей).

В графической части раздела отражаются:

- характерные отказы и неисправности объекта-прототипа и их классификация (в виде плаката);
- содержание и результаты исследования неисправности и сущность конструктивных решений, направленных на обеспечение эксплуатационной надёжности проектируемого объекта (в виде плаката).

Методика анализа надёжности и исследования неисправностей АТ представлена в [1].

##### ***2. Обеспечение эксплуатационной технологичности (контролепригодности) проектируемого объекта (ЛА, двигателя, системы)***

При выборе раздела данного направления выполняются качественный и количественный анализ эксплуатационной технологичности (контролепригодности) объекта-прототипа, предлагаются конструктивные решения, направленные на обеспечение эксплуатационной технологичности (контролепригодности) проектируемого объекта.

На основе результатов качественного анализа эксплуатационной технологичности (контролепригодности) объекта-прототипа определяется соответствие свойств его конструкции требованиям, предъявляемым к конструктивному исполнению современной АТ, выделяется конкретный объект для проведения количественного анализа технологичности (контролепригодности).

По результатам количественного анализа и оценки технологичности (контролепригодности) объекта - прототипа определяется сущность конструктивных решений, направленных на обеспечение эксплуатационной технологичности (контролепригодности) проектируемого объекта. При выборе направления совершенствования объекта должны быть учтены современные тенденции в обеспечении эксплуатационной технологичности (контролепригодности) АТ. Принятые решения и рекомендации должны быть технически и экономически обоснованы.

В пояснительную записку раздела по данному тематическому направлению включаются:

- исходные данные для проведения качественного и количественного анализа технологичности (контролепригодности) объекта-прототипа (перечень типовых работ по ТО, хронометраж работ по одной из операций, перечень контролируемых параметров, технические характеристики средств контроля объекта и т.д.);

- результаты качественного анализа и оценки технологичности (контролепригодности) объекта-прототипа (в виде сводной таблицы);

- результаты количественного анализа и оценки технологичности (контролепригодности) объекта-прототипа (в виде сводной таблицы);

- техническое обоснование решений, направленных на обеспечение технологичности (контролепригодности) проектируемого объекта.

В графической части раздела отражаются:

- результаты анализа эксплуатационной технологичности (контролепригодности) объекта-прототипа (в виде плаката);

- мероприятия, направленные на обеспечение технологичности (контролепригодности) проектируемого объекта (в виде плаката).

Методика анализа эксплуатационной технологичности и контролепригодности АТ представлена в [2].

### *3. Разработка системы ТО и Р для проектируемого объекта (ЛА, двигателя, системы)*

При выборе раздела данного направления проводится анализ системы ТО и Р объекта-прототипа, обосновываются структура и основные параметры системы для проектируемого объекта.

На основе анализа структуры системы ТО объекта-прототипа выбираются виды и формы ТО, сроки и методы их проведения для проектируемого объекта.

По результатам анализа регламента и технологий ТО объекта-прототипа разрабатывается регламент ТО (с указанием объёма и периодичностей выполнения работ) и технология (в виде технологической карты) выполнения одной из операций ТО проектируемого объекта. При выборе параметров системы должны быть учтены современные тенденции в области ТО и Р АТ. Принятые решения и рекомендации должны быть технически и экономически обоснованы.

В пояснительную записку раздела данного тематического направления включаются:

- результаты анализа структуры системы ТО и Р и регламента ТО объекта-прототипа с указанием положений, требующих проработки с учётом особенностей конструкции и условий эксплуатации проектируемого объекта;

- результаты анализа технологий ТО объекта-прототипа с указанием операций, требующих переработки для проектируемого объекта;

- структура системы ТО и Р для проектируемого объекта (в виде структурной схемы и таблицы параметров системы);

- регламент ТО для одной из систем проектируемого объекта (в виде сводной таблицы);

- технология выполнения одной из операций ТО проектируемого объекта (в виде технологической карты).

В графической части раздела отражаются:

- структура и параметры системы ТО и Р проектируемого объекта (в виде плаката);

- структура регламента ТО для одной из систем проектируемого объекта (в виде плаката);

- графическая технология выполнения одной из операций ТО проектируемого объекта (в виде плаката).

Методика формирования системы ТО и Р ЛА представлена в [3].

## **5. ОСНОВНЫЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ, ТРЕБУЮЩИЕ ПРОРАБОТКИ В КОНСТРУКТОРСКОМ ДП**

В конструкторских ДП, наряду с эксплуатационным разделом, должны быть проработаны и найти отражение в пояснительной записке следующие эксплуатационные вопросы.

### ***При проектировании ЛА:***

1. Основные эксплуатационные и технические характеристики : диапазон возможных и допустимых скоростей и высот полёта, крейсерские режимы полёта, предельная дальность и продолжительность полёта, взлётно-посадочные характеристики, требования к аэродрому. Оценка эффективности использования ЛА по сравнению с ЛА - прототипом ( топливная эффективность, себестоимость воздушных перевозок и т.д.).

2. Пределы допустимой коммерческой загрузки пассажирами и грузами, диапазон взлётных и посадочных весов, центровочные характеристики при различных вариантах снаряжения и загрузки, организация и механизация погрузочно-разгрузочных работ.

3. Приспособленность ЛА к проведению восстановительных и ремонтных работ, наличие технологических разъёмов для проведения оперативной замены повреждённых элементов конструкции и транспортировки ЛА к месту ремонта в частично разобранном виде.

4. Общая характеристика силовой установки и функциональных систем ЛА: тип, количество и основные технические характеристики установленных двигателей, возможность оперативной замены двигателя и других компонентов силовой установки в условиях эксплуатации. Конструктивное исполнение и особенности эксплуатации топливной, масляной, пожарной и других вспомогательных систем силовой установки.

5. Конструктивное исполнение и особенности эксплуатации управления, топливной, гидравлической, высотной, шасси и других систем ЛА.

6. Применяемые на ЛА горючесмазочные материалы, рабочие жидкости и газы. Количество и сорт заправляемого топлива, размещение баков и заправочных горловин, наличие системы централизованной заправки топлива, возможность дозаправки и аварийного слива топлива в полёте.

7. Технические средства, используемые при эксплуатации ЛА: буксировки, заправки и контроля работоспособности бортовых систем. Наземное оборудование, используемое при проведении ТО и Р.

8. Оценка уровня безопасности полетов с учетом данных ЛА - прототипа. Величина гарантийного, назначенного и межремонтного ресурсов (сроков службы) планера, двигателей и других компонентов ЛА.

9. Общая характеристика системы ТО и Р ЛА. Содержание основных профилактических мероприятий, направленных на обеспечение эксплуатационной надежности и безопасности полетов.

10. Особенности эксплуатации ЛА в условиях повышенной турбулентности атмосферы и обледенения, при отказе двигателя и механизации, при посадке с неисправными органами приземления, при посадке на грунт и воду, при пожаре в полете и на земле. Мероприятия по обеспечению плавучести ЛА при посадке на воду.

### ***При проектировании двигателя:***

1. Основные эксплуатационные и технические характеристики : тяга и удельные расходы топлива на различных режимах работы, скоростные, высотные и дроссельные характеристики, масса и габаритные размеры, топливная эффективность, уровень шумов, тип и ожидаемые летно-технические характеристики ЛА, на котором он будет установлен.

2. Значения выходных параметров (частоты вращения роторов, температуры газов, расхода топлива, температуры масла и т.д.) при работе двигателя на эксплуатационных режимах (максимальном, крейсерских, малом газе). Принятый закон регулирования двигателя.

3. Применяемая система запуска двигателя на земле и в полете. Время выхода двигателя на режим малого газа при запуске. Ожидаемая приёмистость двигателя и средства её достижения.

4. Применяемые горючесмазочные материалы: сорта топлива и масла, их основные характеристики. Сроки замены масла в двигателе.

5. Общая характеристика эксплуатационной технологичности двигателя: простота разборки на узлы, модульность конструкции, взаимозаменяемость агрегатов и узлов, унификация применяемого технологического оборудования и инструмента.

6. Общая характеристика контролепригодности двигателя. Контроль работоспособности и режимов работы двигателя в полёте. Перечень контрольно-измерительных приборов и сигнализаторов на борту ЛА. Степень соответствия двигателя требованиям контролепригодности АТ. Возможность контроля ТС двигателя при проведении ТО: осмотр проточной части с помощью эндоскопов, применение средств НК, отбор проб масла для проведения анализов и т.д.

7. Величина гарантийного, назначенного и межремонтного ресурсов двигателя. Оценка ожидаемой надёжности двигателя с учетом надёжности двигателя - прототипа.

8. Общая характеристика системы ТО и Р двигателя. Содержание основных профилактических мероприятий, направленных на обеспечение эксплуатационной надёжности.

9. Крепление двигателя на ЛА: наличие и размещение силовых элементов, обеспечивающих восприятие всех сил и моментов, действующих на двигатель при эволюциях ЛА, проведение нивелировок, замены и других работ на двигателе.

10. Общая характеристика вспомогательных систем, обеспечивающих работу двигателя: топливной, масляной, охлаждения, пожаротушения, противообледенительной и других. Особенности эксплуатации вспомогательных систем.

Глубина проработки эксплуатационных вопросов определяется руководителем ДП с учётом темы проекта и содержания эксплуатационного раздела.

## Список литературы

1. Техническое обслуживание и ремонт авиационной техники: Метод. указания по курсовому проектированию / Самар. гос. аэрокосм. ун-т; Сост. *И. М. Макаровский*. Самара, 2004. 60с.

2. *Макаровский И.М.* Основы технической эксплуатации и диагностики авиационной техники: Учеб. пособие / Самар. гос. аэрокосм. ун-т. Самара, 2004. 116с.

3. *Макаровский И.М.* Технологические процессы технического обслуживания авиационной техники: Учеб. пособие / Самар. гос. аэрокосм. ун-т. Самара, 2005. 164с.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения.....	3
2. Подготовка к выполнению эксплуатационного раздела.....	4
3. Объём и структура эксплуатационного раздела.....	5
4. Содержание эксплуатационного раздела.....	6
5. Основные эксплуатационные вопросы, требующие проработки в конструкторском ДП.....	10
Список литературы.....	13

*Учебное издание*

### **ОТРАЖЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ВОПРОСОВ В КОНСТРУКТОРСКИХ ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТАХ**

*Методические указания  
по дипломному проектированию*

Составитель *Макаровский Игорь Мстиславович*

Редактор Л. Я. Чегодаева  
Компьютерная верстка О. А. Ананьев

Подписано в печать 25.10.2006 г. Формат 60x84 1/16.  
Бумага офсетная. Печать офсетная.  
Усл.печл. 0,9. Усл.кр.- отт. 1,0. Уч. – издл. 1,0.  
Тираж 150 экз. Заказ 744 Арт. С-47/2006.

Самарский государственный аэрокосмический  
университет. 443086 Самара, Московское шоссе, 34.

---

Изд-во Самарского государственного аэрокосмического  
университета. 443086 Самара, Московское шоссе, 34.