



АВИАРЕГИСТР
РОССИИ

УТВЕРЖДАЮ

Начальник
Авиационного учебного центра
Авиарегистра России



А.Г. Белобородов
(подпись)

09

2025 г.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ**

«Определение ресурса основных деталей ГТД»

г. Москва
2025 г.



СОДЕРЖАНИЕ

1	Общие положения	3
2	Учебно-тематический план	5
3	Содержание программы подготовки	7
4	Порядок контроля знаний, навыков (умений)	8
5	Методическая литература, наглядные пособия, технические средства обучения.	9
6	Сокращения	9

Разработчик Дополнительной профессиональной программы (программы повышения квалификации)

Ведущий инженер
отдела сертификации двигателей
Авиарегистра России, к.т.н., Сергей Давидович Потапов



1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

Нормативно-правовая основа разработки программы:

- Федеральный Закон «Об образовании в Российской Федерации»;
- Приказ Минобрнауки Российской Федерации «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам»;
- Устав Авиарегистра России. Локальные нормативные акты Авиарегистра России.

Цель обучения: повышение квалификации специалистов предприятий отрасли, занимающихся определением назначенного ресурса ГТД, и повышение квалификации преподавательского состава ВУЗов, занимающихся подготовкой специалистов для отрасли в области прочности и ресурса ГТД.

Категория обучаемых: специалисты по ресурсу ГТД, преподаватели профильных ВУЗов.

Форма обучения: : очно, по согласованию с заказчиком обучение, может проводиться в формате видео конференцсвязи или на территории заказчика.

Планируемые результаты обучения.

По окончании обучения обучающиеся должны:

- знать требования нормативных документов, регламентирующих объём необходимых для определения назначенного ресурса основных деталей ГТД работ;
- получить представление о методах реализации требований нормативных документов в части работ, необходимых для определения назначенного ресурса основных деталей ГТД.

В результате обучения обучающиеся должны обладать профессиональными знаниями в рамках имеющейся квалификации и уметь:

- организовывать и проводить работы по определению назначенного ресурса основных деталей ГТД;
- разрабатывать алгоритмы контроля выработки ресурса основных деталей в эксплуатации;
- проводить работы по уточнению обобщённого типового полётного цикла ГТД на основе данных системы объективного контроля.

Организационно-педагогические условия.

Обучение проводят преподаватели, имеющие высшее профессиональное образования или среднее профессиональное по направлению подготовки, соответствующему преподаваемой дисциплине (или наличие определенного стажа работы в профессиональной деятельности).

Изложение материала необходимо вести в форме, доступной для понимания обучаемым, соблюдать единство терминологии, определений и условных обозначений. В ходе занятий преподаватель обязан увязывать новый материал с ранее изученным, дополнять основные положения примерами из практики, соблюдать логическую последовательность изложения.

Формы проведения занятий – теоретические (и практические) занятия, контроль полученных знаний и навыков. Продолжительность 1 академического часа – 45 мин.

Учебно-методическое обеспечение.

Рекомендуемая литература, технические средства обучения и другие дидактические материалы указаны в конце программы.

Учебные материалы доступны обучаемым, зачисленным на обучение.

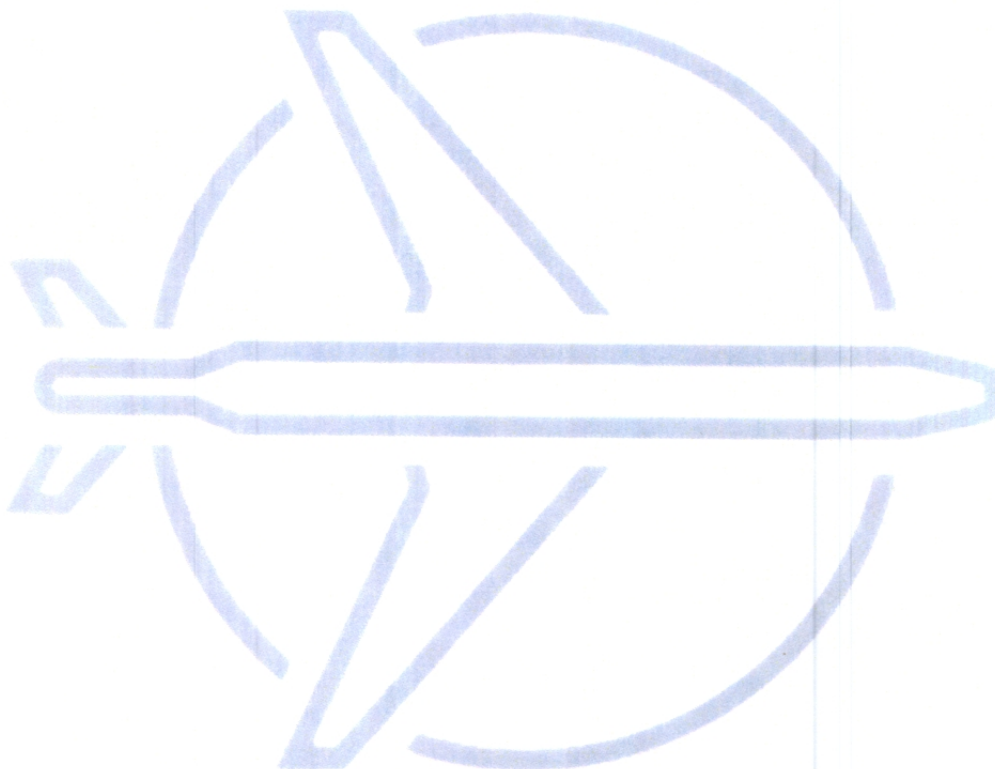
Документы, подтверждающие прохождение подготовки.



Лицам, успешно освоившим Программу в полном объеме и успешно продемонстрировавшим знания и навыки, предусмотренные программой, выдается удостоверение о повышении квалификации, подтверждающее прохождение обучения.

Согласно п. 16 ст. 76 Федерального закона от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» при освоении дополнительной профессиональной программы параллельно с получением среднего профессионального образования и (или) высшего образования удостоверение о повышении квалификации и (или) диплом о профессиональной переподготовке выдаются одновременно с получением соответствующего документа об образовании и о квалификации.

В случае освоения Программы не в полном объеме или при получении неудовлетворительной оценки Авиационный учебный центр Авиарегистра России выдает соответствующий документ (справку) с указанием даты и объема проведенной подготовки.



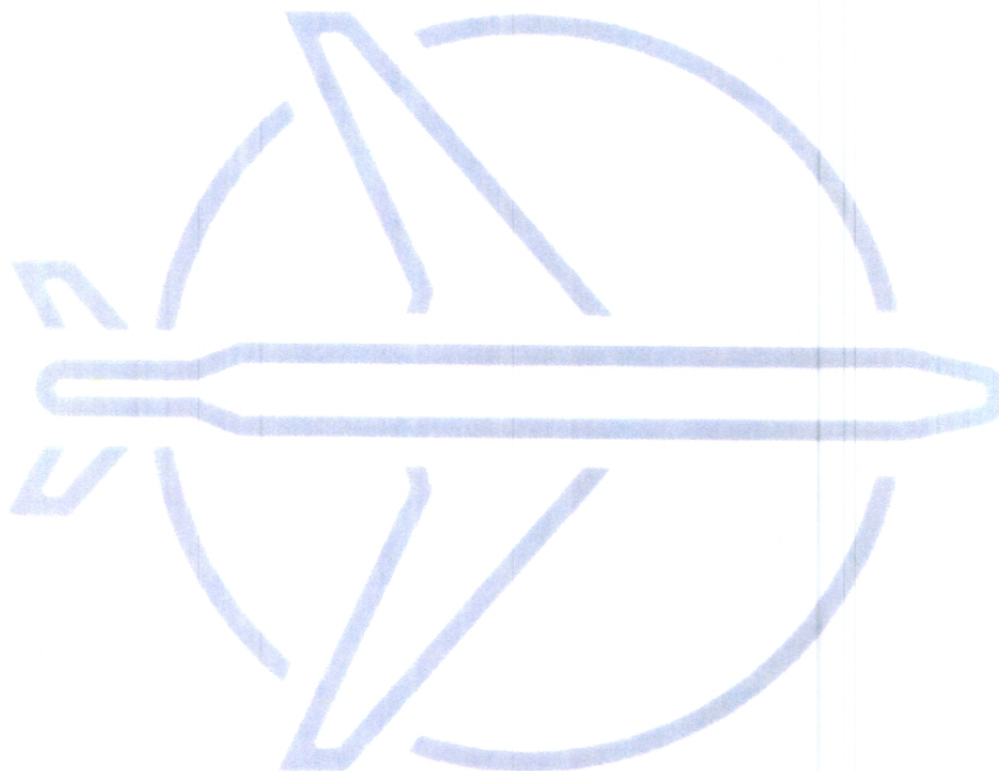


2. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№	Наименование учебных дисциплин и тем	Количество часов					Форма контроля
		Л	ПЗ	КЗ	СР	Всего	
1.	Основные понятия и определения, используемые при проведении работ по определению ресурса ОД	3	-	-	3	6	
2.	Определение ресурса ОД на основе расчётно-экспериментальных работ по МЦУ	4	-	-	4	8	
2.1	Экспериментальное определение долговечности ОД - Испытания ОД на двигателе - Испытания ОД на автономных стендах - Система запасов прочности при испытаниях	2	-	-	2	4	
2.2.	Расчётное определения долговечности ОД. Система запасов прочности при расчётном определении долговечности	2	-	-	2	4	
3.	Определение ресурса ОД на основе расчётно-экспериментальных работ по скорости роста трещин усталости (СРТУ) – Damage Tolerance	6	-	-	6	12	
3.1.	Свойства трещиностойкости - Коэффициент интенсивности напряжений - Кинетическая диаграмма - Экспериментальное определение свойств трещиностойкости на основе испытаний образцов - Экспериментальное определение свойств трещиностойкости на основе фрактографических исследований.	1	-	-	1	1	
3.2.	Дефектность ОД - Виды дефектов в материале ОД - Дефекты изготовления ОД - Получение кривых дефектности	1	-	-	1	1	
3.3.	Выявляемость дефектов - Методы неразрушающего контроля (НК) - Получение кривых выявляемости дефектов для методов НК	1	-	-	1	1	
3.4.	Влияние различных факторов на СРТУ - формы трещины - остаточных напряжений - вакуума	1	-	-	1	1	
3.5.	Трещины ползучести - исследование скорости роста трещин ползучести (СРТП) - совместное влияние на долговечность СРТУ и СРТП	1	-	-	1	1	
3.6.	Определение долговечности и ресурса ОД на основе методов линейной механики разрушения - детерминированный метод - вероятностный метод	1	-	-	1	1	
4.	Алгоритмы контроля выработки ресурса и уточнение ТПЦ	2	-	-	2	2	



4.1	Алгоритмы контроля выработки ресурса в эксплуатации	1	-	-	1	1	
4.2	Уточнение ТПЦ	1	-	-	1	1	
	Итоговая аттестация.	-	-	-		2	зачет
	Итого:	15	-	-	15	32	





3. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ

РАЗДЕЛ 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РАБОТ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ РЕСУРСА ОД

Тема 1.1. Основные понятия и определения, используемые при проведении работ по определению ресурса ОД

Отрабатываемые вопросы. Основные детали (ОД), опасные последствия разрушения или отказа ОД, долговечность, предельное состояние, ресурс, особенности формирования перечня ОД для однодвигательных и многодвигательных летательных аппаратов (ЛА), стратегии управления ресурсом, схема определения ресурса ОД, типовой полётный цикл (ТПЦ), обобщённый ТПЦ, нагрузки, действующие на ОД, механизмы исчерпания долговечности ОД, параметры упругопластического цикла, повреждаемость ОД (по длительной прочности и по малоцикловой усталости (МЦУ)), повреждаемость ОД в ТПЦ.

РАЗДЕЛ 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕСУРСА ОД НА ОСНОВЕ РАСЧЁТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ РАБОТ ПО МЦУ

Тема 2.1. Экспериментальное определение долговечности ОД

Отрабатываемые вопросы. Испытания ОД на двигателе, испытания ОД на автономных стендах, система запасов прочности при испытаниях.

Тема 2.2. Расчётное определение долговечности ОД

Отрабатываемые вопросы. Система запасов прочности при расчётном определении долговечности.

РАЗДЕЛ 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕСУРСА ОД НА ОСНОВЕ РАСЧЁТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ РАБОТ ПО СКОРОСТИ РОСТА ТРЕЩИН (СРТ)

Тема 3.1. Свойства трещиностойкости, скорость роста трещин усталости (СРТУ)

Отрабатываемые вопросы. Коэффициент интенсивности напряжений, кинетическая диаграмма, экспериментальное определение свойств трещиностойкости на основе испытаний образцов, экспериментальное определение свойств трещиностойкости на основе фрактографических исследований.

Тема 3.2. Дефектность ОД

Отрабатываемые вопросы. Виды дефектов в материале ОД, дефекты изготовления ОД, получение кривых дефектности.

Тема 3.3. Выявляемость дефектов

Отрабатываемые вопросы. Методы неразрушающего контроля (НК), получение кривых выявляемости дефектов для методов НК.

Тема 3.4. Влияние различных факторов на СРТУ

Отрабатываемые вопросы. Влияние на СРТУ формы трещины, остаточных напряжений, вакуума.

Тема 3.5. Скорость роста трещин ползучести (СРТП)

Отрабатываемые вопросы. Исследование скорости роста трещин ползучести (СРТП), совместное влияние на долговечность СРТУ и СРТП.

Тема 3.6. Определение долговечности и ресурса ОД на основе методов линейной механики разрушения

Отрабатываемые вопросы. Детерминированный метод, вероятностный метод.



РАЗДЕЛ 4. АЛГОРИТМЫ КОНТРОЛЯ ВЫРАБОТКИ РЕСУРСА И УТОЧНЕНИЕ ОТПЦ

Тема 4.1. Алгоритмы контроля выработки ресурса в эксплуатации

Отрабатываемые вопросы. Виды алгоритмов контроля выработки ресурса ОД в эксплуатации. Методы сбора информации о нагруженности ГТД.

Тема 4.2. Уточнение ОТПЦ

Отрабатываемые вопросы. Статистическая обработка показателей нагруженности ГТД, составление ОТПЦ.

4. ПОРЯДОК КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ, НАВЫКОВ (УМЕНИЙ)

Оценка качества освоения программы, уровня знаний, умений и навыков предполагает следующий вид контроля:

Итоговая аттестация – по итогам изучения программы проводится зачет. Форма проведения зачета – письменная квалификационная работа или итоговое тестирование. К итоговой аттестации допускается слушатель, успешно выполнивший все требования программы, предусмотренные учебным планом.

Форма проведения зачета определяется начальником Авиационного центра или Заведующим учебной частью АУЦ.

Критерии оценки.

Оценка знаний обучаемых на зачете проводится по цифровой пятибалльной системе:

«5» (отлично, соответствует) - Теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

«4» (хорошо, соответствует) - Теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

«3» (удовлетворительно, не соответствует) - Теоретическое содержание дисциплины освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

«2» (неудовлетворительно не соответствует) - Теоретическое содержание дисциплины освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному.

«1» (не соответствует) – теоретическое содержание дисциплины полностью не усвоены, необходимые практические навыки работы полностью не сформированы, слушатель не может усвоить программу даже в рамках минимальных требований.

При проведении обучения в формате очно-заочного (дистанционного) обучения, промежуточный и итоговый контроль решением преподавателя по согласованию с заместителем генерального директора по учебно-методической работе – старшим преподавателем, может проводиться как с помощью тестов (тестов с использованием информационно-компьютерных технологий), так и в виде письменных квалификационных работ.

5. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА, НАГЛЯДНЫЕ ПОСОБИЯ, ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ.

Методическая литература.

1. Авиационные правила. Часть 33. Нормы лётной годности двигателей воздушных судов. МАК. 2012 г.

2. Рекомендательный циркуляр РЦ-АП-33.15-1. Методические рекомендации по определению расчётных значений характеристик конструкционной прочности металлических материалов. МАК. 2013 г.

3. Рекомендательный циркуляр РЦ-АП33.70-1 Методические материалы для реализации требований к основным деталям двигателя, ресурс которых устанавливается в циклах. МАК. 2013 г.

4. Рекомендательный циркуляр РЦ-АП33.14 Ресурсы и сроки службы газотурбинных двигателей, их агрегатов и комплектующих изделий. 2006 г.

5. МР 189-86/ВНИИ по нормализации в машиностроении. Расчёт и испытания на прочность. Метод оценки сопротивления металлических материалов усталостному разрушению по шагу усталостных бороздок. Методические рекомендации. М.: ВНИИНМАШ. 1983. – 36 с.

6. ИМ-21.33-12 Информационный материал. Определение долговечности, наработки до первой инспекции, периодичности инспекций, назначенного ресурса основных деталей, ресурс которых устанавливается в циклах, с учётом наличия в них дефектов. Ревизия 01. Сайт Росавиации. 2025 г.

Технические средства обучения.

- компьютер;
- проектор;
- оборудование для проведения ВКС.

СОКРАЩЕНИЯ

АУЦ – авиационный учебный центр.

ИКАО (ICAO) – международная организация гражданской авиации.

КЗ – контрольное занятие.

Л – лекция.

ПЗ – практическое занятие.

РФ – Российская Федерация.

СП – самостоятельная работа.

ТК – текущий контроль.

ФАП – федеральные авиационные правила