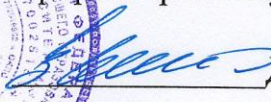


НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе

 Драгунов В.К.

«16» мая 2016 г.

Программа аспирантуры

Направление: 14.06.01 Ядерная, тепловая и возобновляемая энергетика и сопутствующие технологии

Направленность (специальность): 05.07.10 Инновационные технологии в аэрокосмической деятельности

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины по выбору

«Энергетические установки и системы авиационной техники»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.2.1

Всего: 108 часов

Семестр 3, 108 часов, в том числе 6 часов – контактная работа,
84 часов – самостоятельная работа,
18 часов - контроль

Программа составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 14.06.01 Ядерная, тепловая и возобновляемая энергетика и сопутствующие технологии утвержденного приказом Минобрнауки России от 30 июля 2014 г. № 879, и паспорта специальности, указанной в номенклатуре специальностей научных работников 05.07.10. Инновационные технологии в аэрокосмической деятельности, утвержденной приказом Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является изучение теоретических основ проектирования, конструкции и характеристик энергетических установок и систем различных видов летательных аппаратов, технологий их изготовления.

Задачами дисциплины являются:

- развитие понятийно-категориального аппарата в области инновационных технологий и его дополнение с учетом новейших достижений данной области научных знаний;
- формирование понимания взаимосвязи физических явлений, физических эффектов, материаловедения и технологий; выявление наиболее перспективных инновационных технологий в наукоемких отраслях;
- развитие знаний о закономерностях инновационной деятельности в сфере аэрокосмической техники;
- выработка умений идентифицировать проблемы в области организации и внедрения инновационных технологий на предприятиях аэрокосмической отрасли, с учетом ее специфики на основе современной методологии и инструментария.

В процессе освоения дисциплины **формируются следующие компетенции:**

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);
- владение научно-обоснованной методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности (ОПК-1);

- владение культурой научного исследования, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2);

- способность к разработке и использованию современных методов научного исследования и применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности (ОПК-3);

- владение современными методами исследований в области аэрокосмической деятельности (ПК-1);

- способность разрабатывать и исследовать процессы, объекты и системы авиационной и ракетно-космической техники нового поколения (ПК-3);

- владеть информацией о новейших достижениях в области аэрокосмической деятельности (ПК-4);

- знать перспективные направления применения наноматериалов при разработке и создании объектов и систем авиационной и ракетно-космической техники (ПК-5);

- знать достижения в области технологий создания энергоэффективных процессов, объектов и систем, применяемых в аэрокосмической деятельности (ПК-6).

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

знать:

- физические и математические модели, позволяющие анализировать совокупность процессов в двигателях и энергоустановках ЛА (ОПК-1, ОПК-2; ОПК-3, ПК-1)

- основные типы, назначение, принцип действия, методы определения основных термодинамических и газодинамических параметров компрессоров и турбин ВРД (ОПК-2, ПК-3);

- общие методы конструирования машин и механизмов, основы САПР, виды новых конструкционных материалов для двигателей летательных аппаратов; принципы рационального использования природных ресурсов, защиты окружающей среды от загрязнений (УК-2, ОПК-1, ОПК-3, ПК-4) .

- методики проектирования реактивных двигательных установок и энергоустановок ЛА с учетом физико-механических, технологических, экологических и экономических параметров (ПК-3, ПК-4, ПК-6);

- методы оптимизации технических параметров энергоустановок применительно к ЛА (ОПК-3, ПК-3, ПК-4) ;

- двигатели и энергоустановки на новых видах топлив (ОПК-3ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-6)

уметь:

- разрабатывать проекты технических заданий, технических условий и технических описаний (УК-1, УК-2, ПК-3, ПК-4);
- использовать современные информационные технологии, пакеты систем автоматизированного проектирования при разработке новых двигательных, энергоустановок и их интеграции в конструкцию летательного аппарата (УК-1, УК-2, ПК-3, ПК-4);
- применять проблемно-ориентированные методы анализа, синтеза и оптимизации процессов обеспечения качества испытаний и сертификации объектов авиационной техники (УК-1, УК-2, ПК-3, ПК-4);
- определять и формулировать цели проекта, пути решения задач, критерии и показатели достижения целей, построения структуры их взаимосвязей, выявлять приоритеты решения задач проектирования энергоустановок и систем ЛА (УК-1, УК-2, ПК-3, ПК-4);
- эффективно использовать материалы, оборудование, технологические процессы, соответствующие алгоритмы и программы расчетов параметров технологического процесса при изготовлении двигателей и энергоустановок ЛА (ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6);

владеть:

- методиками термогазодинамического и энергетического расчетов рабочего процесса в авиационных двигателях (ОПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-6).
- навыками проведения математического моделирования процессов в отдельных элементах ракетного и газотурбинного двигателя (ОПК-1, ПК-3, ПК-4);
- основами общей теории лопаточных машин (ОПК-1, ПК-3, ПК-4);
- анализом состояния и динамики объектов деятельности (двигатели, источники энергии, преобразователи энергии, специальные материалы, технологические процессы и оборудование для испытания двигателей и энергоустановок ЛА) с использованием необходимых методов и средств анализа (УК-1, УК-2, ОПК-1, ПК-3, ПК-4);
- сопровождением полного жизненного цикла двигателя ЛА от стадии технического предложения до эксплуатации и утилизации двигателя (УК-1, УК-2, ОПК-1, ПК-3, ПК-4);
- разработкой планов, программ и методик проведения испытаний двигателей и энергоустановок ЛА (ОПК-1, ПК-3, ПК-4);
- проведением стандартных и типовых испытаний деталей, их агрегатов и энергоустановок ЛА (ОПК-1, ПК-3, ПК-4)..

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

Введение. Сведения об основных тенденциях развития двигателей и энергетических установках летательных аппаратов (ЛА), пути совершенствования.

Понятие о силовых установках летательных аппаратов, их назначении и использовании. Основные требования к силовым установкам ЛА и двигателям. Сведения направления развития и двигателей ЛА.

Основные типы воздушно-реактивных двигателей, их схемы и характеристики.

Принципиальные схемы воздушно-реактивных двигателей: прямоточного воздушно-реактивного двигателя, двухконтурного турбореактивного двигателя, форсированного двухконтурного турбореактивного двигателя, реактивных двигателей. Принцип работы, характеристики, область применения. Преимущества и недостатки. Назначение основных узлов двигателей.

Рабочий процесс в элементах ВРД.

Уравнение энергии газового потока. Расчет изменения термодинамических параметров в характерных сечениях вдоль проточной части двигателя: во входном устройстве и компрессоре. Организация рабочего процесса в камере сгорания ВРД. Типы камер сгорания; форсунок. Способы стабилизации пламени в камере, теплозащита стенок жаровой трубы. Определение относительного расхода топлива, коэффициент избытка воздуха. Типы компрессоров ВРД и требования к ним. Степень осевого компрессора, план скоростей и удельной работы ступени, анализ ее кинематических параметров, степень реактивности. Анализ изменения плана скоростей по высоте лопатки и влияние этого фактора на ее конструкцию. Расчет повышения давления в ступени. Понятие о помпаже компрессора и способы его устранения. Определение частоты вращения ротора. Многоступенчатый компрессор и выбор способа изменения площади его проточной части. Регулирование ступеней осевого компрессора. Основные требования к турбинам, их назначение, типы, устройство и принцип действия. Степень осевой турбины, располагаемая работа и ее адиабатный к.п.д. План скоростей турбины, его построение, расчет и анализ. Работа и к.п.д. на окружности колеса. Степень реактивности колеса. Анализ изменения плана скоростей по высоте лопатки. Системы охлаждения деталей турбины. Назначение и типы выходных устройств, системы регулирования. Расчет термодинамических параметров на срезе сопла ВРД.

Характеристики ВРД.

Статическая и динамическая тяга. Удельная тяга и удельный расход топлива. Эффективные показатели ВРД. Эффективный и общий коэффициенты полезного действия ВРД. Условия совместной работы компрессора, турбины и выходного устройства при дозвуковых скоростях полета и установившихся режимах работы ВРД. Расчет и анализ скоростной

и высотной характеристик. Понятие о неустановившихся режимах работы двигателя. Характеристика по частоте вращения ротора.

Источники энергии и топлив.

Классификация, принципиальные схемы и основные характеристики источников энергии: солнечных, химических, ядерных и радиоизотопных. Системы преобразования энергии в электрическую: турбомашинные, магнитогазодинамические, термоэмиссионные, термоэлектрические, термоэлектромеханические, электрохимические. Химические источники энергии. Виды и характеристики систем компонентов. Системы хранения и подачи. Баллонные, криогенные, связанные системы и их характеристики. Основные сведения о жидких, твердых и гибридных топливах и их физико-химические характеристики. Воспламенение и горение топлив. Основы расчетов термохимических свойств топлив. Требования к источникам энергии и топливам и области их применения.

Методы испытаний энергоустановок и анализа результатов.

Основные этапы и программы испытаний двигательных установок и энергетического оборудования и их систем. Виды и средства испытаний, моделирование, стендовые и натурные испытания, летающие лаборатории, аналоги, летающие модели, сертификационные испытания на соответствие нормам летной годности. Пассивный и активный эксперимент. Методы пересчета результатов испытаний на другие условия.

Основы технологии производства двигателей летательных аппаратов.

Основные понятия технологии производства. Производственный процесс и его составляющие. Конструкторские и технологические методы обеспечения качества. Технологические методы создания высоконадежных и долговечных конструкций. Состояние поверхностного слоя детали, остаточные напряжения в нем и их влияние на ресурс детали. Общие принципы обеспечения точности изготовления деталей авиационных и ракетных двигателей. Понятие о точности и производственных погрешностях. Методы контроля точности и устойчивости технологических процессов. Основные сведения о базах. Правила базирования при изготовлении деталей и сборке летательных двигателей.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины:
6 семестр – экзамен.

Вопросы для самоконтроля и проведения экзамена:

1. Типы двигателей летательных аппаратов – их назначение и применение
2. Почему необходимо обеспечивать повышение давления рабочего тела перед подачей в камеру сгорания.

3. Назначение газоинжектора в ВРД.
4. Назначение входного и выходного устройств.
5. Физические основы создания тяги.
6. Что характеризует удельный расход топлива и удельная тяга двигателя.
7. Как обеспечивается получение более высокой экономичности ТРДД по сравнению с ТРД.
8. Как создается тяга с помощью воздушного винта
9. ТВД, условия их применения.
10. Почему тяга, создаваемая внешним контуром ТРДД при больших степенях двухконтурности выше чем тяга внутреннего контура.
12. При каких условиях течения газа в сопле называется расчетным.
13. Что такое течение газа в сопле с недорасширением и как оно влияет на величину тяги.
14. Что называется статической тягой и при каком режиме течения она возникает.
15. Основные этапы и программы испытаний двигательных установок и энергетического оборудования и их систем.

Критерии оценки за освоение дисциплины определены в Инструктивном письме И-23 от 14 мая 2012 г.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Кобранов, Г. П. Ч.1 : Летательные аппараты и их двигательные установки / Г. П. Кобранов, В. С. Вишневский, А. В. Чайковский ; Общ. ред. А. А. Лебедев . – 2007 . – 232 с.
2. Газовые турбины двигателей летательных аппаратов : учебное пособие для втузов / Г. С. Жирицкий, и др. . – 2-е изд., перераб. и доп . – М. : Машиностроение, 2001 . – 620 с.
3. Ключкова, Л. Л. Рабочие тела энергосиловых установок летательных аппаратов : учебник для авиационных специальностей втузов / Л. Л. Ключкова . – М. : Машиностроение, 2204 . – 152 с. – (Для вузов).

Дополнительная литература:

4. Воробей, В. В. Проектирование технологических процессов изготовления деталей и узлов двигателей летательных аппаратов из композиционных материалов : Учебное пособие / В. В. Воробей, В. Н.
5. Ботяшин, Моск. авиац. ин-т им. С. Орджоникидзе (МАИ) . – М. : МАИ, 1992 . – 77 с. - ISBN 5-7035-0290-X : 100.00 .
6. Буланов И. М. Технология ракетных и аэрокосмических конструкций из композиционных материалов: Учебник для вузов по специальности "Конструирование и производство изделий из

композиционных материалов", Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1998 г.

Электронные образовательные ресурсы:

www.technologiya.ru; www.novtex.ru, <http://www.innov-rosatom.ru>,
<http://www.protown.ru>, <http://www.aselibrary.ru>, www.nete.ru,
www.newlt.ru, www.nmtec.ru, www.ntio.net, www.robotforum.ru,
www.strf.ru,