

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 24 » мая 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Технологическое конструирование технических систем
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: магистратура
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 252 (7)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 24.04.05 Двигатели летательных аппаратов
(код и наименование направления)

Направленность: Проектирование и конструкция авиационных двигателей и
энергетических установок
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является:

1. Получение комплекса знаний, умений и навыков студента связанных с решением задач, проектирования, расчета, исследования и производства авиационных двигателей и энергетических установок.
2. Получение знаний по термогазодинамическим и энергетическим основам работы воздушно - реактивных двигателей различных типов и их узлов, организации совместной работы узлов, термодинамическим основам регулирования параметров функционирования ВРД и их эксплуатационным характеристикам; умений и навыков применения математического и физического моделирования для определения оптимальных параметров рабочего процесса авиационных двигателей методами численного эксперимента (вычислительными методами), расчета термогазодинамических, геометрических и кинематических параметров авиационных двигателей, построения эксплуатационных характеристик авиационных двигателей;
3. Получение студентами знаний, приобретение умений и навыков, необходимых для разработки прогрессивных технологий и создания технологичных конструкций авиационных и ракетных двигателей, агрегатов высокопроизводительными и экологичными методами.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- воздушно-реактивные двигатели различных типов, принципы их работы;
- среда, в которой эксплуатируются летательные аппараты;
- история эволюционного развития авиационно-космической техники;
- основы теории полета;
- летательные аппараты и их энергетические комплексы;
- силовые и энергетические установки летательных аппаратов
- конструкция узлов и деталей газотурбинных двигателей;
- методы оценки нагруженности деталей газотурбинных двигателей;
- технологичность конструкции изделий;
- основные принципы проектирования технологических процессов;

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-1ПК-1.1	Знает основы проведения измерений вибрационного состояния деталей ротора и статора авиационных двигателей, основные способы экспериментального сбора и обработки информации полученной входе экспериментов.	Знает основы проведения экспериментальных работ и теоретические основы рабочих процессов в двигателях и энергетических установках летательных аппаратов	Отчёт по практическом у занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Умеет пользоваться современными вычислительными пакетами для построения амплитудно частотных характеристик, оценки декрементов затухания колебаний деталей авиационных двигателей и энергетических установок.	Умеет пользоваться современными вычислительными пакетами для обработки результатов экспериментов и испытаний, моделирования рабочих процессов в двигателях и энергетических установках летательных аппаратов и их агрегатах	Экзамен
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	Владеет навыками организации процесса расчетно-экспериментального исследования характеристик осевых компрессоров и турбин авиационных двигателей и энергетических установок.	Владеет навыками постановки исследовательских (расчётно-теоретических и экспериментальных) задач; планирования и проведения вычислений, экспериментов и испытаний; анализа и обобщения результатов моделирования при проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по двигателям и энергетическим установкам летательных аппаратов	Экзамен
ПК-1.5	ИД-1ПК-1.5	Знает теоретические основы процессов сжатия и расширения, механизмы образования потерь и способы оценки совершаемой в лопаточных машинах работы.	Знает теоретические основы рабочих процессов в лопаточных машинах двигателей летательных аппаратов	Курсовая работа
ПК-1.5	ИД-2ПК-1.5	Умеет проводить расчеты рабочих процессов сжатия и расширения в ступенях лопаточных машин с применением современных программных комплексов	Умеет пользоваться современными суперкомпьютерными технологиями для моделирования рабочих процессов в лопаточных машинах двигателей летательных аппаратов	Контрольная работа
ПК-1.5	ИД-3ПК-1.5	Владеет навыками постановки исследовательских задач, планирования и проведения вычислений, анализа и обобщения	Владеет навыками постановки исследовательских задач, планирования и проведения вычислений, анализа и обобщения	Отчет по практике

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		результатов моделирования при проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ при проектировании осевых компрессоров и турбин авиационных двигателей	результатов моделирования при проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ при проектировании лопаточных машин двигателей летательных аппаратов	
ПК-2.2	ИД-1 ПК-2.2	Знает типы граничных условий, способы задания эксплуатационных нагрузок и способы обработки результатов прочностного, теплового и газодинамического моделирования процессов в двигателях летательных аппаратов.	Знает методики и этапность проведения газодинамических, тепловых и прочностных расчётов процессов в двигателях и энергетических установках летательных аппаратов	Контрольная работа
ПК-2.2	ИД-2 ПК-2.2	Умеет проводить постановку задач расчетного исследования деталей ротора и статора газотурбинных двигателей, реализовывать предлагаемую постановку в современных программных комплексах, а также обрабатывать результаты расчетов.	Умеет проводить газодинамические, тепловые и прочностные расчёты двигателей и энергетических установок летательных аппаратов и их элементов с использованием аналитических и численных методов исследования	Экзамен
ПК-2.2	ИД-3 ПК-2.2	Владеет навыками построения геометрических и сеточных моделей расчётных областей, при проведении газодинамических, тепловых и прочностных расчётов осевых компрессоров и турбин авиационных двигателей.	Владеет навыками проведения газодинамических, тепловых и прочностных расчётов двигателей и энергетических установок летательных аппаратов и их элементов с использованием аналитических и численных методов исследования с применением современных программных средств и анализа полученных результатов для принятия технических решений	Экзамен

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	2
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	108	72	36
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	48	32	16
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	54	36	18
- контроль самостоятельной работы (КСР)	6	4	2
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	108	36	72
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36		36
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)	18		18
Общая трудоемкость дисциплины	252	108	144

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
1-й семестр				
Введение	5	0	12	5
Основные понятия и положения. Современные тренды и проблематика в двигателестроении. Типы двигателей.				
Общие сведения об узлах ГТД	13	0	12	16
Воздухозаборники. Осевые компрессора. Камеры сгорания. Турбины. Выходные устройства.				
Основы теории регулирования ТРД	14	0	12	15
Программы регулирования. Двухконтурные ТРДД: схемы и основные параметры, термодинамические преимущества ТРДД перед ТРД, оптимальное распределение свободной энергии между контурами, особенности характеристик ТРДД. ТВД и ТВАД: схемы, основные параметры, особенности совместной работы узлов и характеристик.				
ИТОГО по 1-му семестру	32	0	36	36
2-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Требования, предъявляемые к ГТД	2	0	3	12
Основные параметры ГТД. Методология и основные этапы разработки конструкций ГТД. Основные узлы и системы ГТД. Конструктивные схемы ГТД: ТРД, ТДРФ, ТРДД, ТРДДФ, ТВД, ТВад.				
Конструкция компрессоров ГТД	3	0	3	12
Основные требования к конструкции компрессоров и проблемы, решаемые при их проектировании. Конструктивные схемы и классификация компрессоров.				
Конструкция турбин ГТД.	3	0	3	12
Основные требования к конструкции турбин и проблемы, решаемые при их проектировании. Конструктивные схемы и классификация газовых турбин.				
Конструкция основных камер сгорания ГТД	2	0	3	12
Основные требования к конструкции основных камер сгорания ГТД и проблемы решаемые при их проектировании. Классификация камер сгорания по конструкции, направлению движения газов, способу подачи топлива, числу зон горения.				
Конструкция выходных устройств.	2	0	3	12
Назначение ВУ. Типы реактивных сопел: дозвуковые и сверхзвуковые, регулируемые и нерегулируемые. Конструкция нерегулируемых дозвуковых реактивных сопел. Конструкция и крепление обтекателей. Конструкция и крепление смесителей. Конструкция регулируемых сверхзвуковых сопел				
Динамика роторов ГТД	4	0	3	12
Опоры роторов ГТД. Подшипники. Прочность лопаток ГТД, прочность дисков ГТД.				
ИТОГО по 2-му семестру	16	0	18	72
ИТОГО по дисциплине	48	0	54	108

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Исследование особенностей ВРД различных типов.
2	Виртуальная реальность при проектировании ВРД
3	Изучение конструкции компрессоров ГТД
4	Изучение конструкции турбин ГТД

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
5	Изучение конструкции камер сгорания ГТД
6	Изучение конструкции камер сгорания ГТД
7	Изучение конструкции выходных и реверсивных устройств ГТД
8	Изучение конструкции опор и систем смазки ГТД

Тематика примерных курсовых проектов/работ

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
1	Проект двухконтурного газотурбинного двигателя тягой X кН.
2	Проект турбовального газотурбинного двигателя мощностью X кВт.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок. Динамика и прочность авиационных двигателей и энергетических установок. М. : Машиностроение, 2008. 191 с.	36
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Зрелов В.А. Отечественные газотурбинные двигатели : Основные параметры и конструктивные схемы учебное пособие. М. : Машиностроение, 2005. 335 с.	68
2	Локай В. И., МаксUTOва М. К., Стрункин В. А. Газовые турбины двигателей летательных аппаратов. Теория, конструкция и расчет : учебник для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. Москва : Машиностроение, 1979. 447 с.	3
3	Основы технологии создания газотурбинных двигателей для магистральных самолетов / Братухин А. Г., Решетников Ю. Е., Иноземцев А. А., Никольский Ю. А. Москва : Авиатехинформ, 1999. 553 с.	5
2.2. Периодические издания		
1	Вестник ПНИПУ. Аэрокосмическая техника. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2012 -.	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок. Вопросы и задачи	https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib4071	локальная сеть; свободный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Elsevier "Freedom Collection"	https://www.elsevier.com/
База данных Scopus	https://www.scopus.com/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Курсовая работа	Компьютерный класс - 30 посадочных мест, кафедра АД, ауд. 203, к. Г	1
Лекция	Лекционная аудитория, кафедра АД, ауд. 201, к.г	1
Практическое занятие	Компьютерный класс - 30 посадочных мест, кафедра АД, ауд. 203, к. Г	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе
