

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



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе


_____ Н.В.Лобов

« 26 » января 20 22 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Системы авиационных двигателей и энергетических установок
(наименование)

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

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

Общая трудоёмкость: 108 (3)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
(код и наименование направления)

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

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является:

– получение общих знаний о принципах функционирования и основных характеристиках систем ГТД; способах управления и видах диагностирования ГТД; умений и навыков по выбору типов и параметров систем ГТД и их эле-ментов; диагностированию ГТД по газодинамическим параметрам.

Задачи учебной дисциплины

- формирование знаний
 - принципы и закономерности регулирования совместной работы узлов авиационных двигателей и энергетических установок
 - реализуемые программы управления ГТД;
 - закономерности функционирования и основных характеристик систем ГТД обособленно и между собой;
 - классификация и структурные особенности систем ГТД;
- формирование умений
 - выбирать тип систем ГТД и контроля их элементов;
 - составлять функциональные схемы систем ГТД;
 - оценивать работу систем ГТД на различных режимах работы двигателя;
 - выбирать типы и параметры систем ГТД и их элементов.
- формирование навыков
 - диагностирования ГТД по газодинамическим параметрам;
 - составления управляющих зависимостей для регулирования узлов и систем ГТД;
 - выбора типа и структуры узлов и систем ГТД, в зависимости от условия работы.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- системы автоматического управления и контроля авиационных ГТД и наземных газотурбинных установок;
- топливные системы авиационных ГТД и наземных газотурбинных установок;
- системы диагностирования ГТД;
- пусковые системы ГТД;
- воздушные системы ГТД;
- системы смазки и суфлирования ГТД;
- обвязка авиационных ГТД и наземных газотурбинных установок.

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
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.3	ИД-1ПК-2.3	Знает: – принципы и закономерности регулирования совместной работы узлов авиационных двигателей и энергетических установок – реализуемые программы управления ГТД; – закономерности функционирования и основных характеристик систем ГТД обособленно и между собой; – классификацию и структурные особенности систем ГТД	Знает основы регулирования, принципы функционирования систем, методы оценки показателей безотказности авиационных двигателей и энергетических установок, виды и назначение испытаний двигателей, их систем и узлов.	Контрольная работа
ПК-2.3	ИД-2ПК-2.3	Умеет: – выбирать тип систем ГТД и контроля их элементов; – составлять функциональные схемы систем ГТД; – оценивать работу систем ГТД на различных режимах работы двигателя; – выбирать типы и параметры систем ГТД и их элементов.	Умеет обеспечивать диагностирование работы двигателей, их узлов и систем, выбирать тип и составлять функциональные схемы основных систем, оценивать работу основных систем на различных режимах работы двигателя.	Защита лабораторной работы
ПК-2.3	ИД-3ПК-2.3	Владеет навыками: – диагностирования ГТД по газодинамическим параметрам; – составления управляющих зависимостей для регулирования узлов и систем ГТД; – выбора типа и структуры узлов и систем ГТД, в зависимости от условия работы.	Владеет навыками разработки программы испытаний, диагностирования по состоянию систем и по газодинамическим параметрам двигателей, их узлов и систем, составления программ, планов и методик испытаний поузловой доводки	Защита лабораторной работы

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		9	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	34	34	
- лабораторные работы (ЛР)	18	18	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)			
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	54	54	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

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
9-й семестр				
Системы автоматического управления и контроля ГТД	6	0	0	5
Тема 1. Системы автоматического управления и контроля авиационных ГТД Назначение САУ АД. Состав САУ. Основные характеристики САУ. Работа САУ. Тема 2. Проектирование системы автоматического управления и контроля и её элементов Порядок разработки САУ. Основные принципы выбора САУ. Структурное построение САУ. Реализуемые программы управления ГТД. Надежность САУ и пути ее повышения. Тема 3. Системы автоматического управления и контроля наземных газотурбинных установок Назначение САУ ГТУ. Состав САУ. Основные характеристики САУ. Ра-бота САУ. Выбор системы автоматического управления и контроля и её элементов.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Топливные системы ГТД	4	4	0	6
Тема 4. Топливные системы авиационных ГТД Назначение топливной системы. Состав топливной системы. Основные характеристики топливной системы. Работа топливной системы. Выбор топливной системы и ее элементов. Топливные насосы. Гидроцилиндры. Топливные фильтры. Тема 5. Топливные системы наземных газотурбинных установок Выбор топливной системы и ее элементов. Основные характеристики топливной системы. Работа топливной системы. Дозаторы топлива.				
Системы диагностирования	6	6	0	13
Тема 6. Общие вопросы диагностирования Задачи диагностирования ГТД. Оптимальная контролепригодность ГТД – основа эффективной диагностики. Диагностируемые системы ГТД. Виды наземного и бортового диагностирования ГТД. Структура систем диагностирования. Регламент диагностирования ГТД. Регистрация параметров ГТД. Тема 7. Диагностирование системы топливопитания, механизации и САУ ГТД Диагностирование системы механизации ГТД. Диагностирование САУ. Диагностирование системы топливопитания. Тема 8. Диагностирование работы маслосистемы и состояния узлов ГТД, работающих в масле Неисправности маслосистемы и узлов ГТД, работающих в масле. Диагностирование по параметрам маслосистемы. Контроль содержания в масле частиц износа (трибодиагностика). Бортовые средства обнаружения частиц износа. Лабораторные способы обнаружения частиц износа. Аппаратное обеспечение трибодиагностики. Особенности конструкции ГТД для обеспечения трибодиагностики. Тема 9. Диагностирование ГТД по параметрам вибрации Роль и задачи виброакустической диагностики ГТД. Параметры вибрации и единицы измерения. Статистические характеристики вибрации. Причины возникновения вибрации в ГТД. Датчики измерения вибрации. Вибрационная диагностика ГТД. Тема 10. Диагностирование ГТД по газодинамическим параметрам Неисправности проточной части ГТД. Требования к перечню контролируемых параметров. Алгоритмы диагностирования проточной части ГТД.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Тема 11. Особенности диагностирования технического состояния ГТД наземного применения на базе авиационных двигателей Особенности конструкции и режимов эксплуатации. Общие особенности диагностирования наземных ГТД. Особенности диагностирования маслосистемы. Особенности диагностирования вибросостояния ГТД. Особенности диагностирования проточной части. Современные системы диагностирования ГТД наземного применения.				
Пусковые системы	6	2	0	8
Тема 12. Пусковые системы авиационных ГТД Назначение. Общие требования. Состав системы. Область эксплуатации двигателя, область запуска. Описание процесса запуска двигателя, особенности процесса запуска в полете. Надежность запуска. Характеристики за-пуска. Тема 13. Обеспечение запуска ГТД Выбор типа и параметров стартера. Особенности запуска двигателей двухроторных схем. Обеспечение характеристик запуска на разгоне. Системы зажигания. Регулирование компрессора на пусковых режимах. Особенности пусковых систем наземных газотурбинных установок. Тема 14. Пусковые устройства Типы ПУ и критерии их выбора. Воздушно-турбинные ПУ. Электрические ПУ. Гидравлические ПУ. Турбокомпрессорные ПУ. Редукторы и муфты ПУ.				
Воздушные системы ГТД	4	2	0	4
Тема 15. Воздушные системы ГТД Функции ВС. Основные требования к ВС. Общие и локальные ВС ГТД. ВС охлаждения турбин ГТД. ВС наддува и охлаждения опор. Противообледенительная система. Система кондиционирования воздуха. Система активного управления зазорами. Система внешнего охлаждения ГТД. Системы внешнего обогрева ГТД. Подготовка воздуха для ВС ГТД. Особенности ВС наземных ГТУ. Агрегаты ВС.				
Системы смазки и суфлирования ГТД	4	2	0	10
Тема 16. Типы систем смазки и суфлирования Общие требования. Схемы маслосистем ГТД. Типы маслосистем. Масло-система с регулируемым давлением масла. Маслосистема с нерегулируемым давлением масла. Маслосистемы ГТУ наземного применения. Тема 17. Маслосистемы редукторов Маслосистемы авиационных редукторов.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Маслосистемы редукторов ГТУ. Тема 18. Конструктивное исполнение системы смазки и суфлирования ГТД Основные элементы масляных систем. Бак масляный. Фильтр. Маслонасосы. Воздухоотделители и суфлеры. Теплообменник.				
Обязка авиационных ГТД	4	2	0	8
Тема 19. Трубопроводные коммуникации Основные сведения. Основные элементы: трубы и патрубки. Соединения. Компенсирующие устройства. Соединительная арматура. Узлы крепления. Не-исправности трубопроводов. Тема 20. Электрические коммуникации Общие сведения. Конструкция элементов. Электрические жгуты. Электрические провода. Электрические соединители. Материалы для изготовления электрических жгутов. Неисправности электрических коммуникаций. Тема 21. Проектирование обвязки Требования к обвязке. Основные принципы и порядок проектирования обвязки. Натурное макетирование. Электронное макетирование. Размещение агрегатов и датчиков и проектирование узлов крепления. Проектирование трубопроводных коммуникаций. Проектирование электрических коммуникаций. Особенности конструкции и проектирования обвязки наземных двигателей.				
ИТОГО по 9-му семестру	34	18	0	54
ИТОГО по дисциплине	34	18	0	54

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Изучение бортовой системы контроля и диагностики двигателя ПС-90 (1 занятие)
2	Изучение топливной системы двигателя ПС-90 (1 занятие)
3	Исследование вибрационного состояния ГТД (1 занятие)
4	Диагностирование ГТД по газодинамическим параметрам (1 занятие)
5	Изучение пусковой системы двигателя ПС-90 (1 занятие)
6	Изучение воздушной системы авиационного ТРДД ПС-90А (1 занятие)
7	Изучение системы смазки и суфлирования двигателя ПС-90 (1 занятие)
8	Изучение гидравлической системы управления реверсивным устройством авиационного ТРДД ПС-90А (1 занятие)

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
9	Изучение обвязки ТРДД на электронном макете (1 занятие)

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.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

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 лабораторным работам 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. Автоматика и регулирование авиационных двигателей и энергетических установок. М. : Машиностроение, 2008. 186 с.	40
2	Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок. Динамика и прочность авиационных двигателей и энергетических установок. М. : Машиностроение, 2008. 191 с.	38

3	Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок. Зубчатые передачи и муфты. Пусковые устройства. Трубопроводные и электрические коммуникации. Уплотнения. Силовой привод. Шум. Автоматизация проектирования и поддержки жизненного цикла. М. : Машиностроение, 2008. 226 с.	40
4	Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок. Компрессоры. Камеры сгорания. Форсажные камеры. Турбины. Выходные устройства. М. : Машиностроение, 2008. 367 с.	39
5	Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок. Общие сведения. Основные параметры и требования. Конструктивные и силовые схемы. М. : Машиностроение, 2008. 200 с.	40
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Савостьянов В. П., Филатова Г. А., Филатов В. В. Расчёт и конструирование деталей аппаратуры САУ : учебник для средних специальных учебных заведений. Москва : Машиностроение, 1982. 328 с.	27
2	Теплообменные аппараты и системы охлаждения газотурбинных и комбинированных установок : учебник для вузов / Иванов В. Л., Леонтьев А. И., Манушин Э. А., Осипов М. И. Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003. 591 с.	10
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
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)
Дополнительная литература	Вестник ПНИПУ. Аэрокосмическая техника	http://vestnik.pstu.ru/aero/about/inf/	сеть Интернет; 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

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
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
Лабораторная работа	Макет- разрез двигателя АИ-20А	1
Лабораторная работа	Макет- разрез двигателя ВК-1	1
Лабораторная работа	Макет- разрез двигателя Д-30П	1
Лабораторная работа	Макет- разрез двигателя ТВ2-117	1
Лабораторная работа	Макет-разрез двигателя АМ-3	1
Лабораторная работа	Макет-разрез двигателя Д-20П	1
Лабораторная работа	Макет-разрез двигателя ПС-90А	1
Лабораторная работа	Макет-разрез двигателя С-300	1
Лабораторная работа	Макет-разрез двигателя ТКС-48	1
Лабораторная работа	Макет-разрез прямоточного двигателя	1
Лабораторная работа	Макет-разрез узлов двигателя Д-30Ф6	1
Лабораторная работа	Персональные компьютеры	22

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Проектор с экраном и компьютер	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе