

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

« 19 » января 20 22 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Системы автоматизированного проектирования авиационных  
двигателей и энергетических установок  
\_\_\_\_\_ (наименование)

**Форма обучения:** \_\_\_\_\_ очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** \_\_\_\_\_ специалитет  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** \_\_\_\_\_ 144 (4)  
(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

Цель учебной дисциплины:

– изучение современных методов и средств выполнения конструкторских и технологических работ на различных стадиях проектирования авиационных двигателей и энергетических установок (АД и ЭУ).

Задачи учебной дисциплины:

- формирование знаний
  - нормы оформления конструкторской документации ЕСКД;
  - нормы оформления проектной и технической документации ЕСТД;
  - методы расчёта нагруженности и теплового состояния деталей и узлов авиационных двигателей и энергетических установок;
  - современные программные средства автоматизированного проектирования.
- формирование умений
  - разрабатывать проектную документацию авиационных двигателей, их узлов и элементов;
  - разрабатывать техническую документацию авиационных двигателей, их узлов и элементов;
  - проводить различного рода расчёта в CAD CAE пакетах
- формирование навыков
  - навыками работы с вычислительной техникой, универсальными и прикладными пакетами программ, системами автоматизированного проектирования.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Предметом освоения учебной дисциплины являются следующие объекты:

- основные принципы построения САПР авиационных двигателей и энергетических установок;
- методы и средства проектирования деталей и узлов ГТД;
- методы и средства конструирования деталей и узлов ГТД;
- методы и средства проектирования технологической оснастки в производстве ГТД.

### 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-2.2	ИД-1ПК-2.2	Знает: – нормы оформления конструкторской документации ЕСКД; – нормы оформления проектной и технической документации ЕСТД; – методы расчёта нагруженности и теплового состояния деталей и узлов авиационных двигателей и энергетических установок; – современные программные средства автоматизированного проектирования.	Знает современные средства автоматизации эскизного, технического и рабочего проектирования (модернизации) авиационных двигателей и энергетических установок, их узлов и деталей.	Контрольная работа
ПК-2.2	ИД-2ПК-2.2	Умеет: – разрабатывать проектную документацию авиационных двигателей, их узлов и элементов; – разрабатывать техническую документацию авиационных двигателей, их узлов и элементов; – проводить различного рода расчёта в CAD CAE пакетах.	Умеет разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты, конструкторскую документацию на создание (модернизацию) авиационных двигателей и энергетических установок, их узлов и деталей.	Защита лабораторной работы
ПК-2.2	ИД-3ПК-2.2	Владеет: – навыками работы с вычислительной техникой, универсальными и прикладными пакетами программ, системами автоматизированного проектирования.	Владеет навыками разработки проектов и конструкторской документации для создания (модернизации) двигателей летательных аппаратов, их узлов и деталей с использованием передового опыта и средств автоматизированного проектирования.	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:	72	72	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	8	8	
- лабораторные работы (ЛР)	60	60	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)			
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	72	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	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	
9-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
Основные принципы САПР АД и ЭУ	2	6	0	22
<p>Введение</p> <p>Структура и задачи дисциплины. Газотурбинный двигатель как сложная техническая система.</p> <p>Основные этапы проектирования ГТД. Структура задач, решаемых в процессе проектирования ГТД.</p> <p>Тема 1. Основы методологии САПР АД и ЭУ</p> <p>Основные принципы построения САПР авиационных двигателей и энергетических установок.</p> <p>Современный подход к процессу проектирования АД и ЭУ. Формализация процесса конструирования и технологического обеспечения.</p> <p>Тема 2. Непрерывная информационная поддержка жизненного цикла ГТД (CALS – Continuous Acquisition and Life cycle Support)</p> <p>Особенности жизненного цикла ГТД.</p> <p>Информационная среда. Информационная система. Уровни информационных систем. Информационные технологии, как средство интеграции информационных систем. Идеология CALS.</p> <p>Тема 3. Принципы интерактивного проектирования. Информационные модели АД и ЭУ, узлов, агрегатов и элементов АД и ЭУ. Подсистемы САПР АД и ЭУ. Параллельное проектирование. Интеграция эскизного и технического проектирования. Системы управления данными (PDM-системы (Product data management)). Роль PDM-системы при параллельном проектировании.</p> <p>Тема 4. Проектирование оптимальных систем и конструкций АД и ЭУ</p> <p>Понятие оптимальной системы и оптимальной конструкции. Процесс оптимизации. Критерии оптимизации. Формальный и неформальный подход к процессу оптимизации. Методы оптимизации систем и конструкций АД и ЭУ.</p>				
Методы проектирования деталей АД и ЭУ с применением средств САПР	4	40	0	36
<p>Тема 5. Геометрическое моделирование в САПР АД и ЭУ</p> <p>Компьютерная графика и геометрическое моделирование. Плоское и объемное моделирование. Создание газодинамических поверхностей. Основные способы создания поверхностей свободной формы. Проверка технологичности поверхностей свободной формы. Моделирование сложных элементов конструкции ГТД.</p> <p>Тема 6. Идеология проектирования лопаток в САПР АД и ЭУ</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>Лопатка ГТД, как сложный геометрический объект. Особенности моделирования лопаток в отличие от других деталей АД и ЭУ. Проведение газодинамических, тепловых расчетов. Расчет НДС лопаток и определение собственных частот. Технологическая проработка конструкции лопаток. Моделирование технологической оснастки для изготовления турбинных лопаток АД и ЭУ. Системы автоматизации выпуска конструкторской документации на примере лопаток АД и ЭУ.</p> <p>Тема 7. Проектирование внешней обвязки двигателя с использованием электронных макетов. Особенности проектирования внешней обвязки ГТД. Проектирование трубопроводных коммуникаций АД и ЭУ с использованием электронных макетов. Программные средства проектирования трубопроводов. Расчет напряженного деформированного состояния (НДС) и определение собственных частот трубопроводов. Технологическая проработка.</p> <p>Тема 8. Электронное макетирование АД и ЭУ. Идеология создания электронных макетов АД и ЭУ. Сборки, как элементы построения электронных макетов АД и ЭУ. Проектирование сборок «сверху-вниз». Проектирование с использованием управляющих структур. Проектирование сборок «снизу-вверх». Смешанное моделирование сборок.</p>				
Средства САПР	2	14	0	14
<p>Тема 9. Автоматизированные системы технологической подготовки производства. Основные функции систем автоматизированной подготовки производства. Обзор существующих систем. Интегрированные системы конструирования и технологий.</p> <p>Тема 10. Технические и программные средства САПР. Обзор САПР систем. Специализированные и универсальные САПР АД и ЭУ. Программное обеспечение. Обработка данных и внутримашинное представления объектов проектирования. Технические средства САПР.</p> <p>Тема 11. Аппаратное обеспечение САПР АД и ЭУ. ЭВМ, как основа САПР при разработке АД и ЭУ. Сетевые устройства. Вычислительные сети. Протоколы и соглашения.</p>				
ИТОГО по 9-му семестру	8	60	0	72
ИТОГО по дисциплине	8	60	0	72

## Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Создание геометрической модели диска ГТД.(3 занятия)
2	Создание газодинамических поверхностей. Анализ технологичности.
3	Создание геометрической модели элемента ГТД, образованной газодинамическими поверхностями.
4	Создание геометрической модели оснастки для изготовления детали ГТД.
5	Создание геометрической модели элемента обвязки на электронном макете.
6	Подготовка конструкторской документации.
7	Подготовка производства основных деталей ГТД.

### 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
<b>1. Основная литература</b>		
1	Берлинер Э. М., Таратынов О. В. САПР в машиностроении : учебник для вузов. Москва : ИНФРА-М, 2010. 447 с.	11
2	Кондаков А. И. САПР технологических процессов: учебник для вузов/ А.И. Кондаков : учебник для вузов. Москва : Академия, 2007. 268 с. 17,0 сл. печ. л.	31
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Евсин Е. А., Зубаирова Л. Х. Системы автоматизированного проектирования технологических процессов : учебное пособие для вузов. 2-е изд., стер. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2005. 273 с.	94
2	Краснов М. В., Чигишев Ю. В. Unigraphics для профессионалов. Москва : Лори, 2004. 319 с.	3
3	Ли К. Основы САПР. CAD/CAM/CAE : [пер. с англ.]. Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2004. 559 с.	5
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	CAD/CAM/CAE observer : информационно-аналитический PLM - журнал. Рига : CAD/CAM Media Publishing, 2000 - .	
2	САПР и графика : журнал. Москва : Компьютер Пресс, 1996 - .	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	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	<a href="http://vestnik.pstu.ru/aero/about/inf/">http://vestnik.pstu.ru/aero/about/inf/</a>	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
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	NX 11 ( акад. лиц. дог. P/43469-04) каф.МКМК, АКФ

### 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	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

### 7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Персональные компьютеры	20
Лекция	Проектор и экран	1

### 8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе
------------------------------