

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Казанский национальный исследовательский технический университет**  
**им. А.Н. Туполева-КАИ»**

Институт (факультет) **Институт авиации, наземного транспорта и энергетики**  
(наименование института, в состав которого входит кафедра, ведущая дисциплину)  
Кафедра **Реактивных двигателей и энергетических установок**  
(наименование кафедры, ведущей дисциплину)

**АННОТАЦИЯ**  
**к рабочей программе**  
**дисциплины (модуля)**  
**«Системы автоматизированного проектирования»**  
Индекс по учебному плану: **Б1.Б.25**

Специальность: **24.05.02 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей»**

Квалификация: **инженер**

Специализация №1 "Проектирование авиационных двигателей и энергетических установок"

Специализация №4 "Проектирование ракетных двигателей твердого топлива"

Специализация №7 "Проектирование систем охлаждения и устройств тепловой защиты авиационных и ракетных двигателей"

Вид профессиональной деятельности: **проектно-конструкторский,**  
**научно-исследовательский.**

Разработана старшим преподавателем кафедры РДЭУ О.А.Тихоновым

Казань 2017

## **РАЗДЕЛ 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **1.1 Цель изучения дисциплины (модуля)**

Целью изучения дисциплины является формирование знаний у студентов о принципах построения систем автоматизированного проектирования (САПР), их структуре и функциональной взаимосвязи между компонентами САПР, привитие навыков в использовании пакетов САПР при решении научно-технических проблем.

### **1.2 Задачи дисциплины (модуля)**

Задачи изучения дисциплины:

- знакомство с жизненным циклом изделия и местом САПР в его обеспечении;

- изучение составляющих САПР: системы автоматизированного проектирования (CAD), системы автоматизированной технологической подготовки производства (CAM), системы моделирования и расчетов (CAE);

- получение навыков работы со специализированным программным обеспечением:

- для создания трехмерных геометрических моделей конструкций или рабочих трактов двигателей и энергетических установок;
- для создания технологических процессов производства деталей двигателей и энергоустановок;
- для построения конечно-элементных сеток (сеткогенераторы);
- для проведения численных исследований и анализа.

### **1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре ОП ВО**

Дисциплина Б1.Б.25 «Системы автоматизированного проектирования (САПР)» входит в состав Базового модуля Блока 1

#### 1.4 Объем дисциплины (модуля) (с указанием трудоемкости всех видов учебной работы)

Таблица 1

Объем дисциплины (модуля) для очной формы обучения

Виды учебной работы	Общая трудоемкость		Семестр:			
	в ЗЕ	в час	7		8	
			в ЗЕ	в час	в ЗЕ	в час
<b>Общая трудоемкость дисциплины (модуля)</b>	<b>5</b>	<b>180</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>2</b>	<b>72</b>
<i>Аудиторные занятия</i>	<i>2,5</i>	<i>90</i>	<i>1</i>	<i>36</i>	<i>1,5</i>	<i>54</i>
Лекции						
Лабораторные работы	1,5	54			1,5	54
Практические занятия	1	36	1	36		
<i>Самостоятельная работа студента</i>	<i>2,5</i>	<i>90</i>	<i>2</i>	<i>72</i>	<i>0,5</i>	<i>18</i>
Проработка учебного материала	2,5	90	2	72	0,5	18
Курсовой проект						
Курсовая работа						
Подготовка к промежуточной аттестации						
Промежуточная аттестация:			<b>зачет</b>		<b>зачет</b>	

#### 1.5 Планируемые результаты обучения

Таблица 2

Формируемые компетенции

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)	Уровни освоения составляющих компетенций		
	Пороговый	Продвинутый	Превосходный
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
<i>ОК-13 – способность применять прикладные программные средства при решении практических вопросов</i>			



<p><b>Владение</b>  навыками применения прикладных программных продуктов (Microsoft Office, Mathcad, Intel Visual Fortran), позволяющих:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– подготовить исходные данные для проведения численных исследований;</li> <li>– для обработки и анализа полученных результатов;</li> <li>– для создания и представления научно-технических результатов;</li> <li>– для разработки собственных программ численного исследования практических вопросов.</li> </ul>	<p>Владение навыками применения прикладных программных продуктов (Microsoft Office, Mathcad, Intel Visual Fortran), позволяющих:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– подготовить исходные данные для проведения численных исследований;</li> <li>– для обработки и анализа полученных результатов;</li> <li>– для создания и представления научно-технических результатов.</li> </ul>	<p>Владение навыками применения прикладных программных продуктов (Microsoft Office, Mathcad, Intel Visual Fortran), позволяющих:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– подготовить исходные данные для проведения численных исследований;</li> <li>– для обработки и анализа полученных результатов;</li> <li>– для создания и представления научно-технических результатов;</li> <li>– для разработки собственных программ численного исследования практических вопросов в начальном приближении.</li> </ul>	<p>Владение навыками применения прикладных программных продуктов (Microsoft Office, Mathcad, Intel Visual Fortran), позволяющих:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– подготовить исходные данные для проведения численных исследований;</li> <li>– для обработки и анализа полученных результатов;</li> <li>– для создания и представления научно-технических результатов;</li> <li>– для разработки собственных программ численного исследования практических вопросов.</li> </ul>
--	--	--	--

***ПК-1 – способность принимать участие в работах по расчету и конструированию отдельных деталей и узлов двигателей и энергетических установок ЛА в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования.***

<p><b>Знание:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- терминологии;</li> <li>- определенных разделов курсов теории, конструкции и технологии авиационных и ракетных двигателей, энергоустановок;</li> <li>- требований нормативов ЕСКД;</li> <li>- этапов жизненного цикла авиационных и ракетных двигателей при проектировании, производстве и эксплуатации;</li> <li>- элементов систем (CAD/CAM/CAE), составляющих САПР и реализованных в современных пакетах САПР.</li> </ul>	<p><b>Знание:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- терминологии;</li> <li>- некоторых разделов курсов теории, конструкции и технологии авиационных и ракетных двигателей, энергоустановок;</li> <li>- требований нормативов ЕСКД;</li> <li>- CAD системы современного пакета САПР.</li> </ul>	<p><b>Знание:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- терминологии;</li> <li>- определенных разделов курсов теории, конструкции и технологии авиационных и ракетных двигателей, энергоустановок;</li> <li>- требований нормативов ЕСКД;</li> <li>- этапов жизненного цикла авиационных и ракетных двигателей при проектировании, производстве и эксплуатации;</li> <li>- CAD/CAE систем современного пакета САПР.</li> </ul>	<p><b>Знание:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- терминологии;</li> <li>- определенных разделов курсов теории и конструкции авиационных и ракетных двигателей, энергоустановок;</li> <li>- требований нормативов ЕСКД;</li> <li>- этапов жизненного цикла авиационных и ракетных двигателей при проектировании, производстве и эксплуатации;</li> <li>- CAD/CAM/CAE систем современных пакетов САПР.</li> </ul>
--	---	---	---

<p><b>Умение:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– применять знания курсов теории, конструкции и технологии авиационных и ракетных двигателей, энергоустановок, а также возможностей пакетов САПР в работах по расчету и конструированию отдельных деталей и узлов двигателей и энергетических установок ЛА;</li> <li>– использовать информационные ресурсы конструкторских бюро, заводов изготовителей двигателей и энергоустановок, создателей систем САПР на предмет перспективных разработок и новых технологий, патентов;</li> <li>– использовать пакет САПР для моделирования типовых технологических процессов обработки деталей различной конфигурации.</li> </ul>	<p><b>Умение:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– создать геометрическую модель (эскиз, модель, сборка, рабочие чертежи) по требованиям ЕСКД, построить сетку в сеточном генераторе, провести численный эксперимент с помощью расчетного пакета (все на базе SIEMENS NX);</li> <li>– использовать информационные ресурсы для знакомства с выполненными проектами и учебными видео уроками;</li> <li>– применять знания курсов теории, конструкции и технологии авиационных и ракетных двигателей, энергоустановок;</li> <li>– использовать пакет САПР для моделирования типовых технологических процессов обработки деталей различной конфигурации.</li> </ul>	<p><b>Умение:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– создать различные варианты геометрических и сеточных моделей исследуемого объекта или процесса; провести серии численных исследований по различным расчетным моделям изучаемого объекта или процесса. (все на базе SIEMENS NX);</li> <li>– использовать информационные ресурсы для поиска перспективных разработок, патентов, новых технологий для решения поставленной задачи;</li> <li>– применять знания курсов теории, конструкции и технологии авиационных и ракетных двигателей, энергоустановок;</li> <li>– использовать пакет САПР для моделирования типовых технологических процессов обработки деталей различной конфигурации.</li> </ul>	<p><b>Умение</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– создать различные варианты геометрических и сеточных моделей исследуемого объекта или процесса; провести серии численных исследований по различным расчетным моделям изучаемого объекта или процесса. (все на базе SIEMENS NX);</li> <li>– использовать информационные ресурсы для поиска перспективных разработок, патентов, новых технологий для решения поставленной задачи;</li> <li>– создать собственные прикладные программы (user приложения) для исследования объекта или процесса;</li> <li>– применять знания курсов теории, конструкции и технологии авиационных и ракетных двигателей, энергоустановок;</li> <li>– использовать пакет САПР для моделирования типовых технологических процессов обработки деталей различной конфигурации.</li> </ul>
--	---	--	--

<p><b>Владение</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками применения пакета САПР в работах по расчету и конструированию отдельных деталей и узлов двигателей и энергетических установок ЛА;</li> <li>- навыками использования информационных ресурсов для поиска решений, рекомендаций, экспериментальных данных, статей по поставленной проблеме;</li> <li>- навыками применения САМ системы пакета САПР при производстве двигателей и энергоустановок.</li> </ul>	<p>Владение навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- создания геометрической модели (эскиз, модель, сборка, рабочие чертежи) по требованиям ЕСКД, построения сетки в сточном генераторе, проведения расчетов с помощью расчетного пакета (все на базе SIEMENS NX);</li> <li>- использования информационных ресурсов для знакомства с выполненными проектами и учебными видео уроками;</li> <li>- применения САМ системы пакета САПР при производстве двигателей и энергоустановок.</li> </ul>	<p>Владение навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- создания различных вариантов геометрических и сточных моделей исследуемого объекта или процесса; проведения серии расчетов по различным расчетным моделям изучаемого объекта или процесса. (все на базе SIEMENS NX);</li> <li>- использования информационных ресурсов для поиска перспективных разработок, патентов, новых технологий для решения поставленной задачи;</li> <li>- применения САМ системы пакета САПР при производстве двигателей и энергоустановок.</li> </ul>	<p>Владение навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- создания различных вариантов геометрических и сточных моделей исследуемого объекта или процесса; проведения серии расчетов по различным расчетным моделям изучаемого объекта или процесса. (все на базе SIEMENS NX);</li> <li>- использования информационных ресурсы для поиска перспективных разработок, патентов, новых технологий для решения поставленной задачи;</li> <li>- создания собственных прикладных программ (user приложений) для исследования объекта или процесса;</li> <li>- применения САМ системы пакета САПР при производстве двигателей и энергоустановок.</li> </ul>
--	---	---	---

**ПК-25 – способность проводить экспериментальные исследования с использованием автоматизированных систем регистрации и обработки информации.**

<p><b>Знание:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- физических и математических моделей для проведения экспериментальных численных исследований процессов, элементов конструкции или систем авиационных или ракетных двигателей, реализованных в изучаемом пакете САПР;</li> <li>- методов изучаемого пакета САПР и прикладных программных средств для математической обработки полученных численных результатов.</li> </ul>	<p>Знание:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- физической и математической модели процесса, элемента конструкции или системы авиационного или ракетного двигателя по выданному индивидуальному заданию;</li> <li>- средств изучаемого пакета САПР для обработки и представления численного результата.</li> </ul>	<p>Знание:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- физических и математических моделей процесса, элемента конструкции или системы авиационного или ракетного двигателя, которые можно использовать для выполнения индивидуального задания;</li> <li>- средств изучаемого пакета САПР и прикладных программных пакетов для обработки и представления полученных численных результатов.</li> </ul>	<p>Знание:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- физических и математических моделей процесса, элемента конструкции или системы авиационного или ракетного двигателя, которые можно использовать для выполнения индивидуального задания;</li> <li>- средств изучаемого пакета САПР и прикладных программных пакетов для обработки и представления полученных численных результатов;</li> <li>- математических методов обработки экспериментальных численных результатов.</li> </ul>
---	--	---	--

<p><b>Умение:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проводить экспериментальные численные исследования процесса, элемента конструкции или системы авиационного или ракетного двигателя в изучаемом пакете САПР;</li> <li>– использовать изучаемый пакет САПР и прикладные программные средства для математической обработки полученных численных результатов.</li> </ul>	<p>Умение:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проводить экспериментальные численные исследования процесса, элемента конструкции или системы авиационного или ракетного двигателя в изучаемом пакете САПР;</li> <li>– использовать изучаемый пакет САПР для математической обработки полученных численных результатов.</li> </ul>	<p>Умение:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проводить экспериментальные численные исследования процесса, элемента конструкции или системы авиационного или ракетного двигателя в изучаемом пакете САПР;</li> <li>– использовать изучаемый пакет САПР и прикладные программные средства для математической обработки полученных численных результатов.</li> </ul>	<p>Умение:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проводить экспериментальные численные исследования процесса, элемента конструкции или системы авиационного или ракетного двигателя в изучаемом пакете САПР;</li> <li>– использовать изучаемый пакет САПР и прикладные программные средства для математической обработки полученных численных результатов;</li> <li>– создать программу другого математического метода для обработки численных результатов.</li> </ul>
<p><b>Владение навыками:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проведения экспериментальных численных исследований процесса, элемента конструкции или системы авиационного или ракетного двигателя в изучаемом пакете САПР;</li> <li>– использования изучаемого пакета САПР и прикладных программных средств для математической обработки полученных численных результатов.</li> </ul>	<p>Владение навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проведения экспериментальных численных исследований процесса, элемента конструкции или системы авиационного или ракетного двигателя в изучаемом пакете САПР;</li> <li>– использования изучаемого пакета САПР для математической обработки полученных численных результатов.</li> </ul>	<p>Владение навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проведения экспериментальных численных исследований процесса, элемента конструкции или системы авиационного или ракетного двигателя в изучаемом пакете САПР;</li> <li>– использования изучаемого пакета САПР и прикладных программных средств для математической обработки полученных численных результатов.</li> </ul>	<p>Владение навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проведения экспериментальных численных исследований процесса, элемента конструкции или системы авиационного или ракетного двигателя в изучаемом пакете САПР;</li> <li>– использования изучаемого пакета САПР и прикладных программных средств для математической обработки полученных численных результатов;</li> <li>– создания программы другого математического метода для обработки численных результатов.</li> </ul>



## РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) И ТЕХНОЛОГИЯ ЕЕ ОСВОЕНИЯ

### 2.1 Структура дисциплины (модуля), ее трудоемкость

Таблица 3

*Распределение фонда времени по видам занятий*

Наименование раздела и темы	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Коды составляющих компетенций	Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций (из фонда оценочных средств)
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
<b><i>Модуль 1. Создание виртуальной трехмерной геометрической модели.</i></b>							<b><i>ФОС ТК-1 тесты</i></b>
Тема 1.1. Основные принципы работы в Siemens NX.	6			2	4	ПК-1.3., ПК-1.У., ПК-1.В.	Выдача индивидуального задания. Отчет по самостоятельной работе. Текущий контроль. Электронный отчет по практике.
Тема 1.2. Базовый модуль Siemens NX.	6			2	4	ПК-1.3., ПК-1.У., ПК-1.В.	Отчет по самостоятельной работе. Текущий контроль. Электронный отчет по практике.
Тема 1.3. Модуль моделирования Siemens NX.	24			8	16	ПК-1.3., ПК-1.У., ПК-1.В.	Отчет по самостоятельной работе. Текущий контроль. Бумажный и электронный отчет по практике.
<b><i>Модуль 2. Модули сборки и черчения в пакете Siemens NX.</i></b>							<b><i>ФОС ТК-2 тесты</i></b>
Тема 2.1. Сборки.	18			6	12	ПК-1.3., ПК-1.У., ПК-1.В.	Отчет по самостоятельной работе. Текущий контроль.
Тема 2.2. Чертежи.	18			6	12	ПК-1.3., ПК-1.У., ПК-1.В.	Отчет по самостоятельной работе. Бумажный и электронный отчет по практике. Текущий контроль.
<b><i>Модуль 3. Основы САМ-модуля в Siemens NX.</i></b>							<b><i>ФОС ТК-3 тесты</i></b>
Тема 3.1. Обработка призматических деталей.	18			6	12	ПК-1.3., ПК-1.У., ПК-1.В.	Отчет по самостоятельной работе. Текущий контроль.

Тема 3.2. Обработка деталей сложной геометрической конфигурации.	18			6	12	ПК-1.3., ПК-1.У., ПК-1.В.	Отчет по самостоятельной работе. Бумажный и электронный отчет по практике. Текущий контроль.
<b>зачет</b>	<b>108</b>			<b>36</b>	<b>72</b>		<i>ФОС ПА-1 комплексное задание</i>

1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Модуль 4. Создание расчетных сеток с помощью сеточных генераторов</b>							<i>ФОС ТК-4 тесты</i>
Тема 4.1. Расчетные сетки.	7		6		1	ПК-1.3., ПК-1.У., ПК-1.В., ПК-25.3., ПК-25.У., ПК-25.В., ОК-13.3., ОК-13.У., ОК-13.В.	Выдача индивидуального задания. Отчет по самостоятельной работе. Текущий контроль. Электронный отчет по лабораторной работе.
Тема 4.2. Сеточные генераторы.	9		8		1	ПК-1.3., ПК-1.У., ПК-1.В., ПК-25.3., ПК-25.У., ПК-25.В., ОК-13.3., ОК-13.У., ОК-13.В.	Отчет по самостоятельной работе. Бумажный и электронный отчет по лабораторным работам. Текущий контроль.
<b>Модуль 5. Использование расчетных пакетов CFD при моделировании течений.</b>							<i>ФОС ТК-5 тесты</i>
Тема 5.1. Пакеты расчетной газодинамики.	4		3		1	ПК-1.3., ПК-1.У., ПК-1.В., ПК-25.3., ПК-25.У., ПК-25.В., ОК-13.3., ОК-13.У., ОК-13.В.	Отчет по самостоятельной работе. Электронный отчет по лабораторной работе. Текущий контроль.
Тема 5.2. Моделирование турбулентных потоков.	5		3		2	ПК-1.3., ПК-1.У., ПК-1.В., ПК-25.3., ПК-25.У., ПК-25.В., ОК-13.3., ОК-13.У., ОК-13.В.	Отчет по самостоятельной работе. Электронный отчет по лабораторной работе. Текущий контроль.
Тема 5.3. Уравнения Рейнольдса и статистические модели турбулентности.	5		3		2	ПК-1.3., ПК-1.У., ПК-1.В., ПК-25.3., ПК-25.У., ПК-25.В., ОК-13.3., ОК-13.У., ОК-13.В.	Отчет по самостоятельной работе. Электронный отчет по лабораторной работе. Текущий контроль.
Тема 5.4. Моделирование пристеночных областей.	4		3		1	ПК-1.3., ПК-1.У., ПК-1.В., ПК-25.3., ПК-25.У., ПК-25.В., ОК-13.3., ОК-13.У., ОК-13.В.	Отчет по самостоятельной работе. Бумажный и электронный отчет по лабораторным работам. Текущий контроль.
<b>Модуль 6. Моделирование процессов горения.</b>							<i>ФОС ТК-6 тесты</i>

Тема 6.1. Классификация процессов горения и подходы к моделированию.	6		4		2	ПК-1.3., ПК-1.У., ПК-1.В., ПК-25.3., ПК-25.У., ПК-25.В., ОК-13.3., ОК-13.У., ОК-13.В.	Отчет по самостоятельной работе. Электронный отчет по лабораторной работе. Текущий контроль.
Тема 6.2. Модели горения, основанные на глобальной химической реакции.	6		4		2	ПК-1.3., ПК-1.У., ПК-1.В., ПК-25.3., ПК-25.У., ПК-25.В., ОК-13.3., ОК-13.У., ОК-13.В.	Отчет по самостоятельной работе. Электронный отчет по лабораторной работе. Текущий контроль.
Тема 6.3. Модель горения, основанная на допущении о химическом равновесии.	8		6		2	ПК-1.3., ПК-1.У., ПК-1.В., ПК-25.3., ПК-25.У., ПК-25.В., ОК-13.3., ОК-13.У., ОК-13.В.	Отчет по самостоятельной работе. Электронный отчет по лабораторной работе. Текущий контроль.
Тема 6.4. Модель ламинарных микропламен.	10		8		2	ПК-1.3., ПК-1.У., ПК-1.В., ПК-25.3., ПК-25.У., ПК-25.В., ОК-13.3., ОК-13.У., ОК-13.В.	Отчет по самостоятельной работе. Электронный отчет по лабораторной работе. Текущий контроль.
Тема 6.5. Моделирование эмиссии токсичных веществ.	8		6		2	ПК-1.3., ПК-1.У., ПК-1.В., ПК-25.3., ПК-25.У., ПК-25.В., ОК-13.3., ОК-13.У., ОК-13.В.	Отчет по самостоятельной работе. Бумажный и электронный отчет по лабораторным работам. Текущий контроль.
<b>зачет</b>	<b>72</b>		<b>54</b>		<b>18</b>		<i>ФОСИА 2 комплексное задание</i>
<b>ИТОГО:</b>	<b>180</b>		<b>54</b>	<b>36</b>	<b>90</b>		

## РАЗДЕЛ 3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) И КРИТЕРИИ ОЦЕНОК ОСВОЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

### 3.1 Оценочные средства для текущего контроля

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля (ФОС ТК) является составной частью РП дисциплины (модуля) и хранится на кафедре.

Таблица 7

Фонд оценочных средств текущего контроля

№ п/п	Наименование раздела (модуля)	Вид оценочных средств	Примечание
1.	Создание виртуальной трехмерной геометрической модели.	ФОС ТК-1	Выдача индивидуального задания. Отчет по самостоятельной работе. Текущий контроль. Электронный отчет по практике.
2.	Модули сборки и черчения в пакете Siemens NX.	ФОС ТК-2	Отчет по самостоятельной работе. Текущий контроль. Электронный отчет по практике.
3.	Основы САМ-модуля в Siemens NX.	ФОС ТК-3	Отчет по самостоятельной работе. Текущий контроль. Бумажный и электронный отчет по практике за модули 1, 2, 3.
4.	Создание расчетных сеток с помощью сеточных генераторов.	ФОС ТК-4	Выдача индивидуального задания. Отчет по самостоятельной работе. Текущий контроль. Электронный отчет по лабораторной работе.
5.	Использование расчетных пакетов CFD при моделировании течений.	ФОС ТК-5	Отчет по самостоятельной работе. Текущий контроль. Электронный отчет по лабораторной работе.
6.	Моделирование процессов горения	ФОС ТК-6	Отчет по самостоятельной работе. Текущий контроль. Бумажный и электронный отчет по лабораторным работам за модули 4, 5, 6.

#### Типовые оценочные средства для текущего контроля

Типовые оценочные средства по всем модулям курса САПР включают в себя выдачу индивидуального задания на соответствующие модули. Например по модулям 1,2,3:

1. Создать в пакете САПР трехмерную геометрическую модель форсуночного узла камеры сгорания на самовоспламеняющихся компонентах. Выполнить трехмерное моделирование деталей данного узла, сборку и рабочие чертежи 2-х сопряженных деталей. Разработать технологический процесс изготовления простейшей детали данного узла.

2. Создать в пакете САПР трехмерную геометрическую модель камеры сгорания на криогенных компонентах. Выполнить трехмерное моделирование деталей данного узла, сборку и рабочие чертежи 2-х сопряженных деталей. Разработать технологический процесс изготовления простейшей детали данного узла.

3. Создать в пакете САПР трехмерную геометрическую модель регулятора СОБ двигателя на самовоспламеняющихся компонентах. Выполнить трехмерное моделирование деталей данного узла, сборку и рабочие чертежи 2-х сопряженных деталей. Разработать технологический процесс изготовления простейшей детали данного узла.

4. И т.п.

Вопросы по самостоятельной работе.

1. Графический интерфейс Siemens NX.
2. Сохранение в разных форматах выполненной детали.
3. И т.п.

Типовые оценочные средства для текущего контроля модулей 4,5,6.

Индивидуальные задания по модулям 4,5,6:

1. Создать конечно-элементную сетку канала охлаждения двигателя на самовоспламеняющихся компонентах. Провести расчет поля течений в тракте охлаждения, используя различные модели турбулентности. Сравнить полученные результаты с экспериментальными зависимостями или с результатами по инженерным методикам.

2. Создать конечно-элементную сетку камеры сгорания на самовоспламеняющихся компонентах. Провести расчет полей течения и горения в равновесном приближении в камере сгорания. Сравнить полученные результаты с экспериментальными зависимостями или с результатами по инженерным методикам.

3. И т.п.

Вопросы по самостоятельной работе.

1. Основные этапы подготовки и проведения расчета с помощью CAE систем.
2. В чем заключается смысл использования граничных условий?
3. И т.п.

### 3.2 Оценочные средства для промежуточного контроля

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации (ФОС ПА) является составной частью РП дисциплины, разработан в виде отдельного документа, в соответствии с положением о ФОС ПА.

#### Примерные вопросы промежуточной аттестации

**Теоретические вопросы:**

1. Адиабатная и неадиабатная модель ламинарных микропламен.
2. Модель турбулентности семейства k-ε: RNG.
3. И т.п.

### 3.3 Форма и организация промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

По итогам освоения дисциплины зачет проводится в два этапа:

- сдача отчетов по практическим или лабораторным занятиям и ответов по самостоятельной работе;
- письменного ответа на вопрос и выполнении дополнительного практического задания за компьютером, по выполненной практической или лабораторной работе.

Первый этап ставит целью оценить пороговый уровень освоения обучающимися знаний, умений, навыков предусмотренных компетенциями.

Для оценки превосходного и продвинутого уровня усвоения компетенций проводится **Второй этап** в виде **письменного задания и дополнительной задачи**, в который входит письменный ответ на контрольный вопрос и практическое выполнение полученного задания.

### 3.4 Критерии оценки промежуточной аттестации

Результаты промежуточного контроля заносятся в АСУ «Деканат» в баллах.

Таблица 8

Система оценки промежуточной аттестации

Описание оценки в требованиях к уровню и объему компетенций	Выражение в баллах	Словесное выражение
Освоен превосходный уровень усвоения компетенций	от 86 до 100	Зачтено
Освоен продвинутый уровень усвоения компетенций	от 71 до 85	Зачтено
Освоен пороговый уровень усвоения компетенций	от 51 до 70	Зачтено
Не освоен пороговый уровень усвоения компетенций	до 51	Незачтено

## **РАЗДЕЛ 4. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **4.1 Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)**

#### **4.1.1 Основная литература**

1. Волков, Е. А. Численные методы: учеб. пособие/Е.А. Волков. – 5-е изд., стер. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2008. – 256 с. (38 экз.)

2. Шлёнский, О. Ф. Режимы горения материалов / О. Ф. Шлёнский, В. С. Сиренко, Е. А. Егорова. – М. : Машиностроение, 2011. – 220 с. (10 экз.)

3. Абрамович, Г.Н. Теория турбулентных струй /Г. Н. Абрамович. – Репр. воспроизведение изд. 1960 г. – М.: ЭКОЛИТ, 2011. – 720 с. (100 экз)

4. Бутко А.О., Прудников В.А., Цырков Г.А. Основы моделирования в NX: учеб. пособие. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – 2-е изд. – М.: ИНФРА-М, 2016. – 199 с. – Режим доступа:

<http://znanium.com/bookread2.php?book=503629>

#### **4.1.2 Дополнительная литература**

1. Волков К.Н., Емельянов В.Н. Течения и теплообмен в каналах и вращающихся полостях. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 463 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/49099/#1>

2. Волков К.Н., Дерюгин Ю.Н., Емельянов В.Н., Козелков А.С., Тетерина И.В. Разностные схемы в задачах газовой динамики на неструктурированных сетках. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2015. – 416 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/71989/#1>

3. Волков К.Н., Емельянов В.Н. Газовые течения с массоподводом в каналах и трактах энергоустановок. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. – 464 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/47567/#1>

4. Алемасов, В.Е. Основы теории физико-химических процессов в тепловых двигателях энергетических установках: Учебное пособие для вузов / В.Е. Алемасов, А.Ф. Дрегаллин, А.С. Черенков. – М.: Химия, 2000. – 520 с.

### **4.2 Информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

#### **4.2.1 Основное информационное обеспечение**

1. Гончаров П.С., Ельцов М.Ю., Коршиков С.Б., Лаптев И.В., Осюк В.А. NX для конструктора-машиностроителя. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 504 с. – Режим доступа: [https://www.plm.automation.siemens.com/ru\\_ru/about\\_us/russian\\_book\\_nx\\_download.shtml](https://www.plm.automation.siemens.com/ru_ru/about_us/russian_book_nx_download.shtml).

2. Данилов Ю., Артамонов И. Практическое использование NX. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 332 с. – Режим доступа:

[https://www.plm.automation.siemens.com/ru/about\\_us/russian\\_book\\_nx\\_new\\_models\\_download.shtml](https://www.plm.automation.siemens.com/ru/about_us/russian_book_nx_new_models_download.shtml).

3. Ведмидь П. А. Основы NX CAM. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 216 с.– Режим доступа: [https://www.plm.automation.siemens.com/ru/academic/books/cam\\_download.shtml](https://www.plm.automation.siemens.com/ru/academic/books/cam_download.shtml)

4. Ведмидь П.А., Сулинов А.В. Программирование обработки в NX CAM. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – М.: ДМК Пресс, 2014. – 304 с. – Режим доступа: [https://www.plm.automation.siemens.com/ru/academic/books/programmirovani obrabotki\\_nx\\_cam\\_download.shtml](https://www.plm.automation.siemens.com/ru/academic/books/programmirovani Obrabotki_nx_cam_download.shtml).

5. Гончаров П.С., Артамонов И.А., Халитов Т.Ф., Денисихин С.В., Сотник Д.Е. NX Advanced Simulation. Практическое пособие. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – М.: ДМК Пресс, 2014. – 112 с. – Режим доступа: [https://www.plm.automation.siemens.com/ru/academic/books/nx\\_advanced\\_simulation\\_download.shtml](https://www.plm.automation.siemens.com/ru/academic/books/nx_advanced_simulation_download.shtml).

6. Гончаров П. С., Артамонов И. А., Халитов Т. Ф., Денисихин С. В., Сотник Д. Е. NX Advanced Simulation. Инженерный анализ. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 504 с. – Режим доступа: [https://www.plm.automation.siemens.com/ru/academic/books/cae\\_download.shtml](https://www.plm.automation.siemens.com/ru/academic/books/cae_download.shtml)

### **4.3 Кадровое обеспечение**

#### **4.3.1 Базовое образование**

Высшее образование в предметной области двигателестроения и/или наличие ученой степени по специальностям 05.07.05, 01.02.05, 01.04.14 и/или ученого звания по указанным специальностям.