

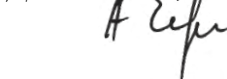
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**Саровский физико-технический институт -**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего  
образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
(СарФТИ НИЯУ МИФИ)

**ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра «Технологии специального машиностроения»**

**УТВЕРЖДАЮ**

*Декан ФТФ, член корр. РАН, д.ф-м.н.*



*А.К. Чернышев*

« 30 » июня 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**САПР: формирование и функционирование проектных модулей**

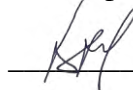
наименование дисциплины

Направление подготовки (специальность)	15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительного производства
Наименование образовательной программы	Конструирование и технология опытного предприятия
Квалификация (степень) выпускника	магистр
Форма обучения	очная

Программа одобрена на заседании кафедры

протокол № 9 от 28.06.2023 г.

Зав. кафедрой ТСМ



д.т.н. В.Н. Халдеев

« 30 » июня 2023 г.

г. Саров, 2023 г.

Программа переутверждена на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ, ФИТЭ на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_ учебный год.

Заведующий кафедрой ТСМ

д.т.н. В.Н. Халдеев

Программа переутверждена на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ, ФИТЭ на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_ учебный год.

Заведующий кафедрой ТСМ

д.т.н. В.Н. Халдеев

Программа переутверждена на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ, ФИТЭ на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_ учебный год.

Заведующий кафедрой ТСМ

д.т.н. В.Н. Халдеев

Программа переутверждена на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_ учебный год с изменениями в соответствии с Семестровыми учебными планами академических групп ФТФ, ФИТЭ на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_ учебный год.

Заведующий кафедрой ТСМ

д.т.н. В.Н. Халдеев

Семестр	В форме практической подготовки	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	КР/ КР	Форма(ы) контроля, экз./зач./ЗсО/
1	56	5	180	8	32	24	80	-	экзамен
<b>ИТОГО</b>	<b>56</b>	<b>5</b>	<b>180</b>	<b>8</b>	<b>32</b>	<b>24</b>	<b>80</b>	<b>-</b>	<b>36</b>

## **АННОТАЦИЯ**

Дисциплина «САПР: формирование и функционирование проектных модулей» является одной из дисциплин, формирующих компетенции работы на предприятии с цифро-физической организационно-технологической основой. В содержании программы дисциплины входит использование информационного обеспечения систем автоматического проектирования, а так же применение возможности системы СПЖЦ-Цифровое предприятие как автоматизированную промышленную систему, разработанной и внедряемой базовым предприятием.

### **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

*Цель дисциплины* — подготовить студентов к освоению методик работы в конкретных САПР, изучаемых в профильных для специальности дисциплинах.

### **2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО**

Дисциплина «САПР: формирование и функционирование проектных модулей» относится к обязательной части рабочего учебного плана и является дисциплиной по выбору.

Дисциплина содержит сведения по различным аспектам и видам обеспечения систем автоматизированного проектирования, необходимых квалифицированным пользователям САПР в области машиностроения и рассматривает комплексный подход к проектированию САПР как организационно-технической системы (ОТС), состоящей из проектных модулей, каждый из которых в свою очередь является целостной организационно-технической системой с полным набором компонент (проектная операция, технические средства, информационная среда, организационная система).

Приводятся методы и алгоритмы, обеспечивающие гибкое и оперативное формирование проектных модулей на базе целостной САПР, а также их функционирование. Освещены также методики концептуального проектирования сложных систем, положенные в основу ИПИ-(CALS)-технологии, а также вопросы интеграции САПР с автоматизированными системами управления.

Дисциплина основана на дисциплинах бакалавриата в области сквозного проектирования в машиностроительном производстве и является базовым подходом к организации гибкого автоматизированного производства.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

#### Универсальные и общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-6 Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые системы автоматизированного проектирования производственно-технологической документации машиностроительных производств	З-ОПК-6 Знать: алгоритмы и современные цифровые системы автоматизированного проектирования производственно-технологической документации машиностроительных производств. У-ОПК-6 Уметь: разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые системы автоматизированного проектирования производственно-технологической документации машиностроительных производств. В-ОПК-6 Владеть: алгоритмами и современными цифровыми системами автоматизированного проектирования производственно-технологической документации машиностроительных производств.

#### Обязательные профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Задача ПД	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
<b>Тип задачи профессиональной деятельности: производственно-технологический</b>			
модернизация, автоматизация действующих и проектирование новых средств и систем оснащения производства ядерного оружейного комплекса, технологических процессов с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства	опытное производство ядерного оружейного комплекса	ПК-1 Способен анализировать современные проектные решения, нормы технологического проектирования, заданную производственную программу структурных подразделений предприятия механосборочной области производства; разрабатывать новые методы и технологии систем механизации и автоматизации производств с применением аппаратных и программных	З-ПК-1 Знать: современные проектные решения, нормы технологического проектирования, заданную производственную программу структурных подразделений предприятия механосборочной области производства. У-ПК-1 Уметь: разрабатывать новые методы и технологии систем механизации и автоматизации производств с применением аппаратных и программных технических средств серийного, опытного и экспериментального производства,

		<p>технических средств серийного, опытного и экспериментального производства, функционирующих на цифро-физической основе</p> <p><b>Основание:</b> Профессиональный стандарт «40.031. Специалист по технологиям механообрабатывающего производства в машиностроении»</p>	<p>функционирующих на цифро-физической основе. В-ПК-1 Владеть: методами технологии систем механизации и автоматизации производств с применением аппаратных и программных технических средств серийного, опытного и экспериментального производства, функционирующих на цифро-физической основе</p>
<b>Тип задачи профессиональной деятельности: проектно-конструкторский</b>			
<p>выполнение проектно-конструкторских разработок с учетом требований действующих норм и правил безопасности на предприятиях ядерного оружейного комплекса с разработкой проектно-конструкторской документации на изготовление специальных изделий</p>	<p>опытное производство ядерного оружейного комплекса</p>	<p>ПК-12 Способен осуществлять компьютерную разработку комплектов технологических документов на технологические процессы изготовления типовых, унифицированных и стандартизованных изделий и вносить в них изменения; проводить работы по группированию изделий по технологическим и конструктивно-технологическим признакам, по унификации и типизации конструкторско-технологических решений</p> <p><b>Основание:</b> Профессиональный стандарт «40.083. Специалист по автоматизированному проектированию технологических процессов»</p>	<p>З-ПК-3 Знать: основные направления повышения эффективности производственного процесса. У-ПК-3 Уметь: составлять и анализировать технологическую схему, программу, эффективность технологической подготовки в структурных подразделениях предприятий. В-ПК-3 Владеть: основными методами технологической подготовки производства в структурных подразделениях предприятий</p>

## 2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ\*

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	№ недели	Виды учебной работы					
			Лекции	Практ. занятия/ семинары	Лаб. работы	СРС	Текущий контроль (форма)*	Максимальный балл (см. п. 5.3)
			8	32	24	80		
Семестр 1								
1	Тема 1. Виды подсистем САПР		2	2	4	8		
1.1	Подсистемы САПР	1	2					
1.2	Понятие проектирования	1,2		2	4	8	3-ЛР	5
2	Тема 2. Информационное обеспечение систем автоматического проектирования		2	10	4	24		
2.1	Информационное обеспечение систем автоматического проектирования	3	2			8	ДЗ	5
2.2	Системы планирования потребностей для решения технологической задачи	3,4		4		8		
2.3	Схема информационного обеспечения САПР СПЖЦ-Цифровое предприятие	5,6		2	4	8	3-ЛР	5
Рубежный контроль: Организация информационных потоков в системе автоматического проектирования		7		4			Тест	5
3	Тема 3. Обобщенная модель программного обеспечения проектной процедуры в САПР СПЖЦ		2	8	8	24		
3.1	Системы массового обслуживания	8	2		4	8	3-ЛР	5

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	№ недели	Виды учебной работы					
			Лекции	Практ. занятия/ семинары	Лаб. работы	СРС	Текущий контроль (форма)*	Максимальный балл (см. п. 5.3)
			8	32	24	80		
3.2	Составление программно-алгоритмической и информационной модели реализации имитационной модели.	8,9		4		8		
3.3	Представление оптимального плана в форме матрицы и графа	10,11		4	4	8	З-ЛР	5
4	<b>Тема 4. Автоматизированные системы в промышленности</b>		2	12	8	24		
4.1	Технологии информационной поддержки этапов жизненного цикла изделий	12	2		4	8	З-ЛР	5
4.2	Автоматизированное управление технологическими процессами	13		4		8		
4.3	Изучение системы SCADA	14, 15		4	4	8	З-ЛР	5
	<b>Рубежный контроль:</b> PDM — управление проектными данными	16		4			РГР	5
<b>Всего за семестр</b>								<b>45</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>			<b>Экзамен</b>				<b>Э</b>	<b>50</b>
<b>Посещаемость</b>								<b>5</b>
<b>Итого:</b>								<b>100</b>

**\*Сокращение наименований форм текущего, рубежного и промежуточного контроля:**

**З-ЛР** – защита лабораторной работы; **ДЗ** – домашнее задание; **РГР** – расчетно-графическая работа

**Э/Зач/ЗсО** – экзамен/зачет/зачет с оценкой и др.



## 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

### Лекционный курс

№ темы	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1	<b>Лекция 1. Подсистемы САПР.</b>	Задачи автоматического проектирования. Проектное решение. Проектный документ. Назначение подсистем САПР: проектирующее и обслуживающее. Проектная процедура. Проектная операция. Унифицированная процедура. Схема процесса автоматизированного проектирования. Проектные процедуры в системе автоматического проектирования.
2	<b>Лекция 2. Информационное обеспечение систем автоматического проектирования</b>	Схема информационного обеспечения САПР СПЖЦ-Цифровое предприятие. Организация информационных потоков в системе автоматического проектирования. Системы планирования потребностей в материалах. Системы планирования производственных ресурсов. Системы планирования ресурсов предприятия. Системы планирования и выполнения заказов.
3	<b>Лекция 3. Системы массового обслуживания.</b>	Модуль формирования входных данных. Программный модуль корректировки входных данных. Функционирование PDM в СПЖЦ. Работы программных модулей CAD, CAPP, CAM, CAE. Аналитические модели СМО. Модель многоканальной СМО с отказами. Принципы имитационного моделирования. Событийный метод моделирования. Краткое описание языка GPSS.
4	<b>Лекция 4. Технологии информационной поддержки этапов жизненного цикла изделий.</b>	Системы ERP. CRM — системы взаимоотношений с заказчиками. Производственная исполнительная система MES. Автоматизированное управление технологическими процессами. Системы SCADA. Типовой маршрут проектирования в MCAD. Типы САПР в области машиностроения. Обзор CALS-стандартов. Структура стандартов STEP. PDM — управление проектными данными. Интегрированная логистическая поддержка. Интерактивные электронные технические руководства

### Практические/семинарские занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1	Виды подсистем САПР	Понятие проектирования
2	Информационное обеспечение систем автоматического проектирования	Системы планирования потребностей для решения технологической задачи
3		Схема информационного обеспечения САПР СПЖЦ-Цифровое предприятие
4		Организация информационных потоков в системе автоматического проектирования.
5	Обобщенная модель программного обеспечения проектной	Составление программно-алгоритмической и информационной модели реализации имитационной модели.

6	процедуры в САПР	Представление оптимального плана в форме матрицы и графа
7	Автоматизированные системы в	Автоматизированное управление технологическими процессами
8	промышленности	Изучение системы SCADA
9		PDM — управление проектными данными

### Лабораторный практикум

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1	Виды подсистем САПР	Проектные процедуры в системе автоматического проектирования
2	Информационное обеспечение систем автоматического проектирования	Функционирование проектных модулей в СПЖЦ-Цифровое предприятие
3	Обобщенная модель программного	Создание интерактивной электронной технической документации
4	обеспечения проектной процедуры в САПР	Построение баз данных с использованием PDM-системы
5	Автоматизированные	Технология работы с SCADA-системами
6	системы в промышленности	Итоговая работа по индивидуальным заданиям

#### 4.3. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов

1. КОМПЛЕКС ПРОГРАММ В ЗАЩИЩЕННОМ ИСПОЛНЕНИИ «СИСТЕМА ПОЛНОГО ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЙ «ЦИФРОВОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ». Основная версия программного модуля «Система конструкторского проектирования» (версия 1). Руководство оператора - 07623615.00423-05 34 01 – РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2021 г. – 292 с.
2. КОМПЛЕКС ПРОГРАММ В ЗАЩИЩЕННОМ ИСПОЛНЕНИИ «СИСТЕМА ПОЛНОГО ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЙ «ЦИФРОВОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ». Основная версия программного модуля «Система конструкторского проектирования» (версия 1). ПЗ ТП. - 07623615.00423-04 81 01-6, Часть 6– РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2021 г. – 720 с.
3. КОМПЛЕКС ПРОГРАММ В ЗАЩИЩЕННОМ ИСПОЛНЕНИИ «СИСТЕМА ПОЛНОГО ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЙ «ЦИФРОВОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ». Основная версия программного модуля «Система конструкторского проектирования» (версия 1). ПЗ ТП. - 07623615.00423-04 81 01-3, Часть 3– РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2021 г. – 803 с.
4. КОМПЛЕКС ПРОГРАММ В ЗАЩИЩЕННОМ ИСПОЛНЕНИИ «СИСТЕМА ПОЛНОГО ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЙ «ЦИФРОВОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ». Основная версия программного модуля «Система конструкторского проектирования» (версия 1). ПЗ ТП. - 07623615.00423-04 81 01-1, Часть 1 - РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2021 г. – 889 с.

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

### 5.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

№ темы	Темы занятий	Компетенция	Индикаторы освоения	Текущий контроль, неделя
<b>Семестр 1</b>				
1	Понятие проектирования	ПК-1	3-ПК-1; У-ПК-1	3-ЛР, 2
2	Системы планирования потребностей для решения технологической задачи	ОПК-6 ПК-1	3-ПК-1, У-ПК-1, 3-ОПК-6, У-ОПК-6	ДЗ, 3
2	Схема информационного обеспечения САПР СПЖЦ-Цифровое предприятие	ПК-1	3-ПК-1; У-ПК-1	3-ЛР, 6
1-2	<b>Рубежный контроль:</b> Организация информационных потоков в системе автоматического проектирования	ОПК-6 ПК-1	3-ОПК-6, У-ОПК-6, В-ОПК-6 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1	Тест, 7
3	Составление программно-алгоритмической и информационной модели реализации имитационной модели.	ПК-1 ПК-12	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1 3-ПК-12, У-ПК-12, В-ПК-6	3-ЛР, 8
3	Представление оптимального плана в форме матрицы и графа	ОПК-6 ПК-1	3-ОПК-6, У-ОПК-6, В-ПК-6 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1	3-ЛР, 11
4	Автоматизированное управление технологическими процессами	ПК-1 ПК-12	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1 3-ПК-12, У-ПК-12, В-ПК-6	3-ЛР, 12
4	Изучение системы SCADA	ОПК-6	3-ОПК-6, У-ОПК-6, В-ПК-6	3-ЛР, 15
	<b>Рубежный контроль:</b> PDM — управление проектными данными	ОПК-6 ПК-1 ПК-12	3-ОПК-6, У-ОПК-6, В-ПК-6 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1 3-ПК-12, У-ПК-12, В-ПК-6	РГР, 16

## **5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

### **5.2.1. Вопросы к экзамену**

1. Задачи автоматического проектирования. Проектное решение. Проектный документ.
2. Назначение подсистем САПР: проектирующее и обслуживающее.
3. Проектная процедура. Проектная операция. Унифицированная процедура.
4. Схема процесса автоматизированного проектирования.
5. Проектные процедуры в системе автоматического проектирования.
6. Схема информационного обеспечения САПР.
7. Структура САПР «СПЖЦ-Цифровое предприятие»
8. Система PDM
9. Программный модуль CAD
10. Программный модуль CAPP
11. Программный модуль CAM
12. Программный модуль CAE
13. Организация информационных потоков в системе автоматического проектирования.
14. Системы планирования потребностей в материалах.
15. Системы планирования производственных ресурсов.
16. Системы планирования ресурсов предприятия.
17. Системы планирования и выполнения заказов.
18. Основные понятия теории графов.
19. Системы массового обслуживания.
20. Принципы имитационного моделирования.
21. Событийный метод моделирования.
22. Модуль формирования входных данных.
23. Программный модуль корректировки входных данных.
24. Программные средства для визуализации списков данных.
25. Расчетный модуль программного обеспечения процесса проектирования.
26. Программный модуль подготовки данных для оценки решений.
27. Связь между различными программными модулями проектной процедуры и взаимодействие данной проектной процедуры с другими.
28. Список входных данных как результат предыдущих проектных процедур или модулей.
29. Автоматизированное управление технологическими процессами.
30. Системы SCADA.
31. Типовой маршрут проектирования в MCAD.
32. Типы САПР в области машиностроения.
33. Графическое ядро. Прототипирование.
34. Структура CAD/CAM систем.
35. Машиностроительные САПР верхнего уровня.
36. Обзор CALS-стандартов.
37. Структура стандартов STEP.
38. PDM — управление проектными данными.
39. Интегрированная логистическая поддержка.
40. Интерактивные электронные технические руководства.

### 5.2.2 Пример экзаменационного билета

**Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
САРОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ - филиал НИЯУ МИФИ**

**Кафедра «Технологии специального машиностроения»**

#### **БИЛЕТ №1**

1. Задачи автоматического проектирования. Проектное решение. Проектный документ
2. Модуль формирования входных данных
3. Практический вопрос. Вариант №...

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Преподаватель \_\_\_\_\_

### 5.2.3. Наименование оценочного средства

**КАРТА ЭКСПЕРНОЙ ОЦЕНКИ ЗАЩИТЫ ИТОГОВОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«САПР: ФОРМИРОВАНИЕ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ПРОЕКТНЫХ МОДУЛЕЙ»**

Представлена в Фонде оценочных средств по дисциплине «САПР: формирование и функционирование проектных модулей»

### 5.3. Шкалы оценки образовательных достижений

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает
75-84		C	

70-74		D	материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
65-69	3 – «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основные информационные источники:

1. КОМПЛЕКС ПРОГРАММ В ЗАЩИЩЕННОМ ИСПОЛНЕНИИ «СИСТЕМА ПОЛНОГО ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЙ «ЦИФРОВОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ». Основная версия программного модуля «Система конструкторского проектирования» (версия 1). Руководство оператора - 07623615.00423-05 34 01 – РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2021 г. – 292 с.
2. КОМПЛЕКС ПРОГРАММ В ЗАЩИЩЕННОМ ИСПОЛНЕНИИ «СИСТЕМА ПОЛНОГО ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЙ «ЦИФРОВОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ». Основная версия программного модуля «Система конструкторского проектирования» (версия 1). ПЗ ТП. - 07623615.00423-04 81 01-6, Часть 6– РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2021 г. – 720 с.
3. КОМПЛЕКС ПРОГРАММ В ЗАЩИЩЕННОМ ИСПОЛНЕНИИ «СИСТЕМА ПОЛНОГО ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЙ «ЦИФРОВОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ». Основная версия программного модуля «Система конструкторского проектирования» (версия 1). ПЗ ТП. - 07623615.00423-04 81 01-3, Часть 3– РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2021 г. – 803 с.
4. КОМПЛЕКС ПРОГРАММ В ЗАЩИЩЕННОМ ИСПОЛНЕНИИ «СИСТЕМА ПОЛНОГО ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЙ «ЦИФРОВОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ». Основная версия программного модуля «Система конструкторского проектирования» (версия 1). ПЗ ТП. - 07623615.00423-04 81 01-1, Часть 1 - РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2021 г. – 889 с.
5. Оценочные материалы для демонстрационного экзамена по стандартам Ворлдскиллс России по компетенции «Инженерный дизайн САД». – Утверждено Правлением Союза (Протокол №17 от 19.12.2017 г.). Одобрено Решением Экспертного совета при Союзе «Агентство развития профессиональных сообществ и рабочих кадров «Молодые профессионалы (Ворлдскиллс Россия)» (Протокол № 43/12 от 15.12.2017 г.)

### Дополнительная литература:

1. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы, Tutors Fails/
2. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования: Учеб. для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007. — 336 с.
3. Норенков И.П., Кузьмик П.К. Информационная поддержка наукоемких изделий (CALS-технологии). — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002.
4. Судов Е.В., Левин А.И., Петров А.В., Чубарова Е.В. Технологии интегрированной логистической поддержки изделий машиностроения. — М.: "Информбюро", 2006. — 406 с.

#### Интернет-ресурсы

1. <http://window.edu.ru/>-единое окно доступа к образовательным ресурсам
2. <http://www.apm.ru/rus/> -сайт научно-технического центра АПМ

## **7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для преподавания дисциплины «САПР: функционирование и функционирование проектных модулей» в вузе организована кафедра цифровых технологий, где созданы следующие условия:

- Компьютерный класс сквозного проектирования, 2020 г
  - Автоматизированное Рабочее место (АРМ) - 16 шт.,
  - Ноутбук – 1 шт.
  - Монитор (TV)
  - Windows10
  - ПО «КОМПЛЕКС ПРОГРАММ В ЗАЩИЩЕННОМ ИСПОЛНЕНИИ «СИСТЕМА ПОЛНОГО ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЙ «ЦИФРОВОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ», версия 4
  - WinRar
  - AdobeReader
  - Антивирусное ПО
- Локальная вычислительная сеть с выходом в Интернет (пропускная способность 10 Мбит/с)

Таблица 7 - Инфраструктурный лист для обучения 16 человек

№	Наименование	Ед. изм.	Кол-во
Тулбокс участника			
1	Ручка синяя	Шт.	16
2	Карандаш простой, НВ	Шт.	32
3	Блокнот для записей, А4	Шт.	16
Офисное оснащение площадки			
4	АРМ типа графическая станция* Тип А1	Шт.	16
5	Монитор (минимум	Шт.	32

	27")* Тип М1		
6	Манипулятор типа «мышь»	Шт.	16
7	Клавиатура с цифровым блоком	Шт.	16
8	Переносной ПК* тип Н2	Шт.	1
9	Проектор <a href="#">Epson EH-TW5650</a>	Шт.	1
10	Стол офисный	Шт.	16
11	Стул офисный	Шт.	16
12	Экран проекционный	Шт.	1

\*Приказ Госкорпорации Росатом от 03.02.2020 N1/96.

## 8 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Интерактивное обучение осуществляется в условиях постоянного, активного взаимодействия всех учащихся и равноправного взаимодействия преподавателя и обучаемого. Интерактивная технология обучения – это такая организация процесса обучения, при которой невозможно неучастие студента в коллективном, взаимодополняющем, основанном на взаимодействии всех его участников процессе обучающего познания.

При проведении занятий по всем разделам курса материал представляется в виде электронных презентаций.

В процессе обучения активно используется компьютерный практикум (разбор конкретных ситуаций).

Проводятся компьютерные симуляции при выполнении лабораторных работ и проведении практических занятий.

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### *Методические рекомендации для преподавателя по работе с рабочей программой*

На лекционных занятиях раскрываются основные вопросы в рамках рассматриваемой темы, ставятся акценты на наиболее сложных положениях изучаемого материала. Материалы лекции используются студентами для подготовки к лабораторным занятиям.

Целью лабораторных занятий является закрепление основных и наиболее проблемных вопросов, раскрытых в рамках темы занятия, контроль за степенью усвоения слушателями пройденного материала и ходом выполнения ими заданий. В ходе практических занятий закрепляются теоретические знания и положения, а также умения и навыки работы со специализированным программным обеспечением.

Освоение программы повышения квалификации требует в каждой теме выделить наиболее важные, базовые моменты и сделать акцент на них. Предлагается:

- обратить внимание на выявление общих проблем современного предприятия;
- акцентировать внимание на циклы жизни оборудования в сфере производства и эксплуатации. IT-стратегии как инструмент управления жизненным циклом ТО;
- обратить внимание на концепции управления качеством производства продукции;
- более подробно остановиться на основах методологии общего и инженерного проектирования; подходы к организации и проведению проекта по IT -аудиту и разработке IT -стратегии



- сделать акцент на базовых принципах ИПИ/CALS-технологий;
- обратить внимание на подходы к созданию интегрированной информационной среды;
- обратить внимание на основных функциях PDM-систем;
- обратить внимание на подходы к управлению жизненным циклом изделий при использовании PLM-систем;
- акцентировать внимание на управлении потоком работ как ключевой технологии интеграции;
- акцентировать внимание на PLM и PDM технологии как методологии применения современных информационных технологий для повышения конкурентоспособности промышленных предприятий на основе управление данными об изделии;
- более подробно обратить внимание на систему СПЖЦ-Цифровое предприятие как центральный компонент, разработанный и внедряемый базовым предприятием, использование 3D моделей на различных этапах ЖЦИ; электронный документооборот.

### **Методические рекомендации для студентов**

Вводная часть дисциплины посвящена изложению основных понятий, терминов и подходов, используемых в проектировании технических устройств и систем. К числу таких понятий относятся проектирование, стадия проектирования, модель, математическая модель, техническое задание, условие работоспособности, проектная процедура и т.п. Здесь же обучаемый знакомится с видами обеспечения САПР, типами других автоматизированных систем, используемых в промышленности. Поясняется интегрирующая роль CALS-технологий. Структурирование процесса проектирования ведется в трех направлениях, показанных на рис. 1 в виде трех координатных осей.



Рисунок 1-Структурирование процесса проектирования

Материал введения в достаточной мере освещен в учебнике И.П.Норенкова "Основы автоматизированного проектирования".

Тема 2 содержит сведения о техническом обеспечении САПР. Предполагается, что читатель знаком с архитектурой компьютеров в объеме предварительно изученного общего курса информатики, поэтому сведения об устройствах и типах компьютеров даются в краткой форме. Современное проектирование является совмещенным и общение разработчиков и автоматизированных систем происходит через корпоративные сети. Описана типичная структура такой сети.

Характеристики компьютеров и сетевые технологии постоянно изменяются, поэтому в качестве дополнительной литературы по второй главе целесообразно использовать одно из учебных изданий не более чем двух-трехлетней давности.

Тема 3 одна из наиболее емких по содержанию, поскольку в ней рассматриваются вопросы математического моделирования, лежащие в основе большинства проектных процедур в САЕ-системах, причем рассматриваются модели и методы, относящиеся к разным иерархическим уровням проектирования, начиная с микроуровня (уровня моделей с распределенными параметрами) и кончая уровнем наиболее сложных технических систем типа вычислительных сетей или промышленных предприятий.

Изучение лучше начинать с аналоговых моделей. На рис. 2 обобщенно показано, что из себя представляют математические модели на микро- и макроуровнях и с какими преобразованиями математических моделей приходится иметь дело в программах анализа, прежде чем модель будет доведена до вида, реализуемого с помощью системы команд компьютера.

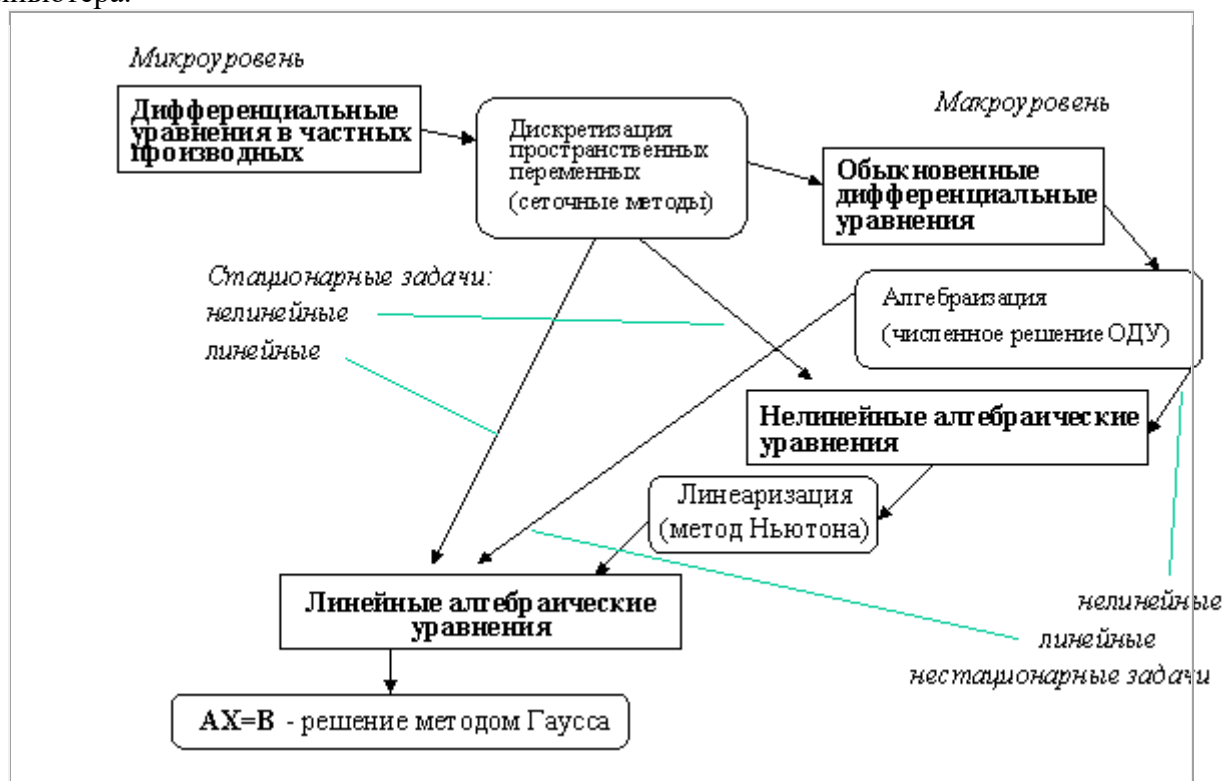


Рисунок 2-Аналоговые математические модели

Материал по аналоговому моделированию достаточно полно изложен в учебнике И.П.Норенкова..

К числу популярных языков имитационного моделирования сложных систем с доступным программным обеспечением относится язык GPSS. Этот язык выбран в качестве базового для изучения системного моделирования. Для более подробного изучения GPSS можно рекомендовать пособие В.Томашевского и Е.Ждановой "Имитационное моделирование в среде GPSS".

Теоретический материал подкреплён циклом лабораторных работ на базе одной из промышленных САПР, например, СПЖЦ-Цифровое предприятие..

Решения, принимаемые в процессе концептуального проектирования сложных систем, рассмотренных в теме 2, оказывают существенное, а зачастую и определяющее влияние на потребительские свойства изделия. Методики и средства концептуального проектирования рассматриваются в теме 3. В качестве дополнительных материалов по методикам IDEF можно использовать книгу Компьютерные чертежно-графические системы для разработки

конструкторской и технологической документации в машиностроении. Учеб. пособие. / Под ред. Л.А. Чемпинского М.: Издательский центр «Академия». 2002. 224с

Тема 4 предусматривает ознакомление с различными типами промышленных автоматизированных систем с их привязкой к этапам жизненного цикла изделий (рис. 3). Кратко рассмотрены назначение автоматизированных систем управления, большее внимание уделено системам автоматизированного проектирования.

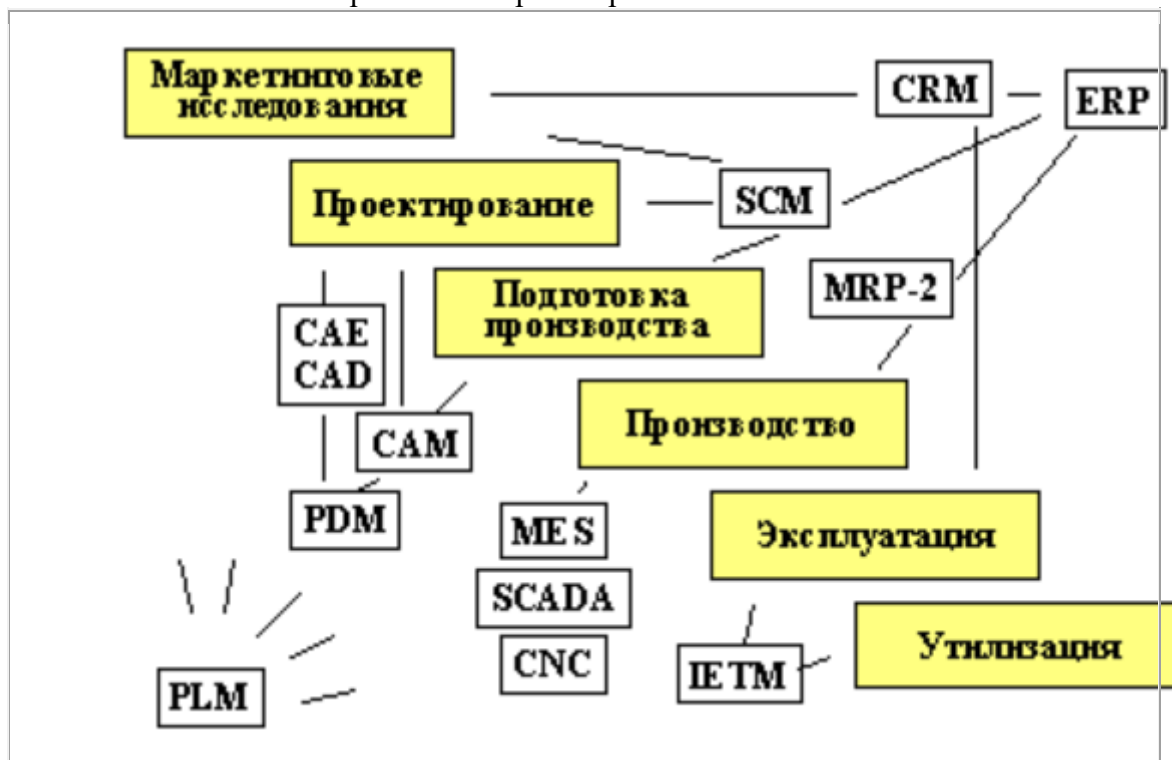


Рисунок 3-Жизненный цикл промышленных изделий

Здесь рекомендуется пособие Судова Е.В., Левина А.И., Петрова А.В., Чубаровой Е.В. «Технологии интегрированной логистической поддержки изделий машиностроения».

В заключении рассматриваются проблемы интеграции различных автоматизированных систем на базе технологий информационной поддержки изделий (CALS-технологий). Здесь изучаются основы CALS-технологий, выраженные в ряде международных и национальных стандартов, в первую очередь, в стандартах ISO 10303 STEP. Поскольку интеграция автоматизированных систем подразумевает использование современных сетевых технологий, в главу включены материалы по применению Web-технологий. При его освоении могут оказаться полезными книги И.П.Норенкова и П.К.Кузьмика "Информационная поддержка наукоемких изделий" и А.Ф.Колчина, М.В.Овсянникова, А.Ф.Стрекалов и С.В.Сумарокова "Управление жизненным циклом продукции".

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с ОС НИЯУ МИФИ (ФГОС) и учебным планом основной образовательной программы (программ).

Автор(ы): доцент кафедры ТСМ, канд. пед. наук

Денисова Н.А.

Рецензент(ы): ведущий инженер-технолог завода РФЯЦ ВНИИЭФ

Дроздов А.Ю.

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.