

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**

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ **2023 г.**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Технологии аддитивного производства**

наименование дисциплины

Направление подготовки (специальность)	15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств
Наименование образовательной программы	Конструирование и технология цифрового производства
Квалификация (степень) выпускника	магистр
Форма обучения	очная

Программа одобрена на заседании кафедры

Зав. кафедрой ТСМ

д.тех.н., профессор

\_\_\_\_\_ протокол №

\_\_\_\_\_ **В.Н. Халдеев**

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ **2023г.**

г. Саров, 2023 г.

Программа переутверждена на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_ учебный год.  
Заведующий кафедрой ТСМ д.тех.н., профессор В.Н. Халдеев

Программа переутверждена на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_ учебный год.  
Заведующий кафедрой ТСМ д.тех.н., профессор В.Н. Халдеев

Программа переутверждена на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_ учебный год.  
Заведующий кафедрой ТСМ д.тех.н., профессор В.Н. Халдеев

Программа переутверждена на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_ учебный год.  
Заведующий кафедрой ТСМ д.тех.н., профессор В.Н. Халдеев

<b>Семестр</b>	<b>В форме практической подготовки</b>	<b>Трудоемкость, кред.</b>	<b>Общий объем курса, час.</b>	<b>Лекции, час.</b>	<b>Практич. занятия, час.</b>	<b>Лаборат. работы, час.</b>	<b>СРС, час.</b>	<b>КР/ КП</b>	<b>Форма(ы) контроля, экз./зач./ЗсО/</b>
2	12	2	72	20	12	0	40	0	Зач
<b>ИТОГО</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>20</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>40</b>	<b>0</b>	<b>Зач</b>

## **АННОТАЦИЯ**

Актуальность программы обоснована выявленной проблематикой:

Создание опытного образца устройства, в современном прочтении - качественного прототипа, максимально похожего на будущее изделие - весьма непростая задача. Приходится решать проблему точного повторения геометрической формы, собираемости, внешнего вида и поиска материалов, максимально похожих на заданные.

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

*Целью* реализации образовательной программы «Технологии аддитивного производства» является освоение студентами магистратуры новых технологий в области сквозного проектирования, способствующих повысить результативность производственного процесса с помощью быстрого создания твердотельных моделей, образцов, реальных деталей

*Задачи:*

- Развитие необходимых практических навыков быстрого создания прототипа изделия в режиме сквозного проектирования.
- Быстрая адаптация к условиям производственного процесса цифрового предприятия.
- Конкурентоспособность в конструкторской и исследовательской деятельности.

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

Технологии послойного синтеза, так называемые аддитивные технологии (от англ. add – "добавлять") в российской промышленности, – эффективное звено современного производства. AF-технологии (AF – Additive Manufacturing) – это одно из наиболее динамично развивающихся сегодня направлений «цифрового» производства. Они позволяют на порядок ускорить НИОКР и решение задач подготовки производства, а в ряде случаев уже активно применяются и для производства готовой продукции.

В последнее время популярными стали технологии быстрого прототипирования (RP - rapid prototyping), основывающиеся на AF-технологиях, то есть послойный синтез макета по компьютерной модели изделия. Современный прототип позволяет не только оценить внешний вид детали, но и проверить элементы конструкции, провести необходимые испытания, изготовить мастер-модель для последующего литья. Использование RP-технологий в прототипировании способно на 50 - 80% сократить сроки подготовки производства, практически полностью исключить длительный и трудоемкий этап изготовления опытных образцов вручную, или на станках с ЧПУ. Этот идеал – по существу реальность для некоторых наиболее опытных и требовательных проектировщиков и инженеров во всём мире.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

#### Универсальные и общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
-	-

#### Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
Тип задачи профессиональной деятельности: производственно-технологический			
модернизация, автоматизация действующих и проектирование новых средств и систем оснащения опытного производства ядерного оружейного комплекса, технологических процессов с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства	опытное производство ядерного оружейного комплекса	ПК-3 Способен составлять и анализировать технологическую схему, программу, эффективность технологической подготовки в структурных подразделениях предприятий механосборочной области производства; определять основные направления повышения эффективности производственного процесса  <b>Основание:</b> Профессиональный стандарт «40.031. Специалист по технологиям механосборочного производства в машиностроении»	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.

#### 4. 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)
			20	12	-	40		
Семестр № 2								
1.	Раздел 1. Основные понятия и технологии прототипирования		6	2				
1.1.	Цели и задачи САПР – системы автоматизированного проектирования	1	2			4		
1.2.	Технологии быстрого прототипирования	2, 3	2	2		4	УО	5
1.3	Перспективные материалы для аддитивных технологий.	4	2			4		
2.	Раздел 2. САПР как первичный этап прототипирования		4	2				
2.1.	Автоматизированные системы в промышленности	5	2			4		
2.2	Обобщенная модель программного обеспечения проектной процедуры в САПР.	6, 7	2	2		4	ДЗ	8
3.	Раздел 3. Создание прототипов на цифровом оборудовании		10	8				

№ 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)
			20	12	-	40		
2.4	SLA-технология	8, 9	2	2		4	РГР	8
	Селективное лазерное спекание	10, 11	2	2		4	РГР	8
	Технологии "струйной печати".	12, 13	2	2		4	РГР	8
	Принципы работы 3D оборудования	14	2			4		
	Обеспечение 3D среды	15, 16	2	2		4	РГР	8
<b>Всего за семестр</b>								<b>45</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>		17	<b>Зачет</b>					<b>50</b>
<b>Посещаемость</b>								<b>5</b>
<b>Итого:</b>								<b>100</b>

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

**УО** – устный опрос

**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

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1	Раздел 1. Основные понятия и технологии прототипирования	
1.1	Цели и задачи САПР – системы автоматизированного проектирования	Введение: прототипирование vs моделирование.; история индустрии. САПР – система автоматизированного проектирования: история САД; цели создания САПР и задачи ее функционирования. Структура САПР: подсистемы САПР; компоненты и обеспечение; программное обеспечение (ПО); технология САПР. Геометрическое ядро C3D как математическая основа систем автоматизированного проектирования: Понятие геометрического ядра: общее понятие о ядре; геометрическое ядро: что такое геометрическое ядро; что такое C3D АСКОН. Первые достижения ядра C3D: C3D Modeler; C3D Solver; C3D Converter. Развитие геометрического ядра C3D как продукта АСКОН. Геометрическое ядро в системе трехмерного моделирования КОМПАС-3D.
1.2	Технологии быстрого прототипирования	Основные понятия: прототип и прототипирование; исследование формы, принципы формообразования; эскизирование. Три этапа эволюции продукта: Product Evolution Canvas (PEC) и как с ним работать. Моделирование физического объекта: подручными средствами, с Лего-моделирование, с помощью 3D печати, с использованием программ. Создание прототипа в САПР. Физико-химические реакции технологий: отверждение, спекание. Расходные материалы: фотополимерные смолы, полимерные нити, металлические порошки. Принципы и особенности процесса прототипирования: лазерная стереолитография; отверждение на твердом основании; моделирование диффузионным наплавлением; селективное лазерное спекание; прямое лазерное спекание металлов (DMLS-технология); струйное моделирование
1.3	Перспективные материалы для аддитивных технологий.	Металлические материалы. Свойства порошков для аддитивных технологий. Технологии получения порошков для аддитивного производства. Производство порошков в России и за рубежом. Обзор традиционных технологий керамического производства. Технологии и материалы аддитивного керамического производства. Прямые (direct) и косвенные (indirect) технологии аддитивного производства. Оборудование для изготовления керамических изделий с помощью аддитивных технологий. Понятие «композиционные материалы», их виды. Технологии изготовления дисперсно-упрочненных композиционных материалов. Технологии изготовления волокнистых композиционных материалов
2	Раздел 2. САПР как первичный этап прототипирования	
2.1	Автоматизированные системы в	Системы ERP. CRM — системы взаимоотношений с заказчиками. Производственная исполнительная система



	промышленности	MES. Автоматизированное управление технологическими процессами. Системы SCADA. Типовой маршрут проектирования в MCAD. Типы САПР в области машиностроения. Графическое ядро. Прототипирование. Структура CAD/CAM систем. Машиностроительные САПР верхнего уровня. Маршруты проектирования СБИС. Виды подсистем САПР. 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
2.2	Обобщенная модель программного обеспечения проектной процедуры в САПР.	Модуль формирования входных данных. Программный модуль корректировки входных данных. Программные средства для визуализации списков данных. Расчетный модуль программного обеспечения процесса проектирования. Программный модуль подготовки данных для оценки решений. Связь между различными программными модулями проектной процедуры и взаимодействие данной проектной процедуры с другими. Список входных данных как результат предыдущих проектных процедур или модулей
3	Раздел 3. Создание прототипов на цифровом оборудовании	
3.1	SLA-технология	Основные принципы технологии (от Stereolithography Apparatus), или стереолитография, – послойное отверждение жидкого фотополимера лазером. Разбор технологии. Оборудование и материалы. Область применения в производстве.
3.2	Селективное лазерное спекание	SLS-технология, SLM – технология (Selective Laser Sintering, Selective Laser Melting). Создание металлопорошковых композиций. Разбор технологии. Оборудование и материалы. Область применения в производстве
3.3	Технологии "струйной печати".	InkJet- или PolyJet-технологии. Технологии "струйной печати" – InkJet- или PolyJet-технологии
3.4	Принципы работы 3D оборудования	3D сканирование: описание 3D-сканера Shining 3D EinScan-SP; основные особенности; обратный инжиниринг; используемое программное обеспечение. 3D принтер Total Z Anyform XL250-G3: описание конструкции; метод печати FDM; материал печати нити FFF. 3D принтер Picaso Designer X: описание конструкции; технология формирования слоев PJP/FDM/FFF; программные требования. 3D принтер XYZPrinting Nobel 1.0: описание конструкции; стереолитографическая печать (SLA); особенности смолы как материала печати; программные требования.
3.5	Обеспечение 3D среды	Технологии информационной поддержки этапов жизненного цикла изделий. 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	Раздел 1. Основные понятия и технологии прототипирования	
1.1	Изучение лаборатории прототипирования	1 Система 3D сканирования в составе: 1. 3D сканер Shining 3D EinScan-SE 2 Набор Shining 3D EinScan Discovery Pack 3 3D принтер Total Z Anyform XL250-G3 250x250x550 мм 50мкм FDM 4 3D принтер Picaso Designer X 200x200x210 10 мкм FDM 5 3D принтер XYZPrinting Nobel 1.0 128 x 128 x 200 мм 25 мкм SLA 6 Расходные материалы: Фотополимерные смолы, полимерные нити, металлические порошки
2	Раздел 2. САПР как первичный этап прототипирования	
2.1.	Создание 3D-моделей деталей сборки и модели сборки	1 Исходные данные 2 Алгоритм создания 3D-модели сборки 3 Детализовка 4 Последовательность выполнения сборочного чертежа готового изделия 5 Планирование сборки 6 Алгоритм создания сборки готового изделия
3	Раздел 3. Создание прототипов на цифровом оборудовании	
3.1	3D сканирование твердотельного объекта	1 Освоение эксплуатации 3D сканера: сканирование простейшей детали 2 Экспорт скана в КОМПАС-3D 3 Контроль качества твердотельной модели, внесение изменений по необходимости
3.2	3D печать твердого тела	1 Освоение эксплуатации 3D принтера Total Z Anyform XL250-G3 2 Освоение эксплуатации 3D принтера Picaso Designer X 3 Освоение эксплуатации 3D принтера XYZPrinting Nobel 1.0
3.3	Тренинг	1 Сканирование изделия на 3D-сканере и экспортирование скана в КОМПАС-3D 2 Внесение изменений в Скан или построение твердотельной модели в КОМПАС-3D 3 Создание прототипа на 3D принтере
3.4	Итоговая работа	Разработка полного комплекта РКД необходимого для изготовления на предприятии зачетного изделия
Зачет		Защита итоговой работы

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

1. Денисова Н.А. Основы 3D-моделирования в программном обеспечении КОМПАС-3D: Методическое руководство по выполнению практических работ по дисциплине «3D-моделирование в машиностроении» студентами бакалавриата, обучающимися по направлению 15.03.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительного производства / Н.А. Денисова. – Саратов: СарФТИ, 2020. – 146 с.
2. Руководство пользователя КОМПАС-3D V16. Компания АСКОН, 2016 г.
3. Руководство пользователя «3D-сканер Shining 3D EinScan-SP»

4. Руководство пользователя «3D принтер Total Z Anyform XL250-G3»
5. Руководство пользователя «3D принтер Picaso Designer X»
6. Руководство пользователя «3D принтер XYZPrinting Nobel 1.0»

## 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:

№ раздела	Темы занятий	Компетенция	Индикаторы освоения	Текущий контроль, неделя
Семестр 2				
1	Технологии быстрого прототипирования	ПК-3	З-ПК-3	УО, 3
2	Обобщенная модель программного обеспечения проектной процедуры в САПР		З-ПК-3 У-ПК-3	ДЗ, 7
3	SLA-технология		З-ПК-3 У-ПК-3	РГР, 9
	Селективное лазерное спекание		З-ПК-3 У-ПК-3	РГР, 11
	Технологии "струйной печати".		З-ПК-3 У-ПК-3	РГР, 13
	Обеспечение 3D среды		З-ПК-3 У-ПК-3 В-ПК-3	РГР, 16
Промежуточная аттестация Защита итоговой работы			З-ПК-3 У-ПК-3 В-ПК-3	Зачет, 17

### 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. Примерное задание к зачету

Форма зачета – защита итоговой работы

#### *Описание процедуры демонстрационного зачета*

Участнику выдаются твердотельные объекты или распечатки чертежей (или электронные файлы чертежей в формате pdf), и текстовое описание назначения устройства, описание формата зачета и оценки. Участнику необходимо разработать электронные модели требуемых деталей /

сборочных единиц с внесением изменений, создать ассоциативный чертеж детали / сборочной единицы. По 3D моделям создать прототип [7].

Тема задается слушателям заранее. Поэтому студент при выполнении практических работ может определиться с темой своей разработки.

### ***Темы для итоговых работ***

- Разработка получения детали, заданной чертежом, с применением SLA-технологии.
- Разработка получения детали, заданной чертежом, с применением технологии селективного лазерного спекания.
- Разработка получения детали, заданной чертежом, с применением технологии "струйной печати".
- Создание чертежа заданной реальной детали с применением технологии 3D-сканирования.

#### **5.2.2. Примерные критерии оценивания компетенций (результатов):**

При выполнении итоговой работы применяется балльная система оценки: 50 баллов максимум:

- 45-50 баллов – работа выполнена без замечаний
- 40-44 балла – незначительные замечания, не влияющие на качество полученной детали
- 35-39 баллов – замечания, влияющие на качество полученной детали
- 30-34 балла – задание выполнено не в полном объеме
- меньше 30 баллов – задание не выполнено.

При защите итоговой работы применяется балльная система оценки: 50 баллов максимум:

- 45-50 баллов – работа защищена без замечаний
- 40-44 балла – незначительные замечания, не влияющие на качество защиты
- 35-39 баллов – замечания, влияющие на качество защиты
- 30-34 балла – защита проведена не в полном объеме
- меньше 30 баллов – защита не проведена.

Итог – зачет ставится согласно БРС (п.5.3) при получении от 60 до 100 баллов.

#### **5.2.3. Примерные темы домашнего задания**

Разработка обобщенной модели программного обеспечения проектной процедуры в САПР заданной детали (чертеж/реальная деталь)

#### **5.2.4. Наименование оценочного средства**

КАРТА ЭКСПЕРНОЙ ОЦЕНКИ ЗАЩИТЫ ИТОГОВОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«ТЕХНОЛОГИИ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА»

Представлена в Фонде оценочных средств по дисциплине «Технологии аддитивного производства»

### **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 материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
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 источники:

1. Б.Г.Миронов, Р.С. Миронова, Д.А.Пяткина, А.А.Пузина «Сборник заданий по инженерной графике с примерами выполнения чертежей на компьютере».2004 г.
2. Азбука КОМПАС-3D V16 Руководство пользователя. Компания АСКОН, 206 г.
3. Денисова Н.А. Основы 3D-моделирования в программном обеспечении КОМПАС-3D: Методическое руководство по выполнению практических работ по дисциплине «3D-моделирование в машиностроении» студентами бакалавриата, обучающимися по направлению 15.03.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительного производства / Н.А. Денисова. – Саратов: СарФТИ, 2020. – 146 с.

4. 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.)
5. Руководство пользователя КОМПАС-3D V16. Компания АСКОН, 2016 г.
6. Руководство пользователя «3D-сканер Shining 3D EinScan-SP»
7. Руководство пользователя «3D принтер Total Z Anyform XL250-G3»
8. Руководство пользователя «3D принтер Picaso Designer X»
9. Руководство пользователя «3D принтер XYZPrinting Nobel 1.0»

#### Дополнительная литература:

1. Ганин Н. Проектирование в системе КОМПАС-3D Учебный курс (+CD).-М.:ДМК Пресс; Питер, 2008.
2. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы, Tutors Fails/

#### Интернет-ресурсы

1. <https://3dtoday.ru/blogs/news3dtoday/review-budget-sla-printer-nobel-10-from-xyzprinting/>
2. <https://4brain.ru/design/prototipirovanie.php>
3. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Прототипирование>
4. <https://vektorus.ru/blog/obzory/3d-skaner-shining-3d-einscan-sp-obz.html#obratnyy-inzhiniring>
5. <http://www.ascon.ru> – официальный сайт группы компаний «АСКОН» - производителя интегрированной САПР КОМПАС.

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

1. Современные информационные средства по 3D-моделированию
  - 1.1. Азбука КОМПАС-3D не ниже V16 Руководство пользователя. Компания АСКОН, 2016 г.
  - 1.2. Руководство пользователя КОМПАС-3D не ниже V16. Компания АСКОН, 2017 г.
  - 1.3. Руководство пользователя «3D-сканер Shining 3D EinScan-SP»
  - 1.4. Руководство пользователя «3D принтер Total Z Anyform XL250-G3»
  - 1.5. Руководство пользователя «3D принтер Picaso Designer X»
  - 1.6. Руководство пользователя «3D принтер XYZPrinting Nobel 1.0»
2. Лаборатория прототипирования, 2020 г
  - Автоматизированное Рабочее место (АРМ) - 16 шт.,
  - Ноутбук – 1 шт.
  - Монитор (TV)
  - Windows10
  - Компас 3D, не ниже версии 18
  - WinRar
  - AdobeReader
  - Антивирусное ПО
  - Система 3D сканирования в составе:
    1. 3D сканер Shining 3D EinScan-SE
    2. Набор Shining 3D EinScan Discovery Pack
  - 3D принтер Total Z Anyform XL250-G3

- 3D принтер Picaso Designer X
  - 3D принтер XYZPrinting Nobel 1.0
2. Локальная вычислительная сеть с выходом в Интернет (пропускная способность 10 Мбит/с)

## **8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Выбор образовательных технологий определяется достаточно малым количеством учебных часов, предоставляемых учебным планом, поэтому традиционная организация учебного процесса не сможет дать планируемую эффективность освоения студентами данной дисциплины.

Основные применяемые образовательные технологии позволяют реализовать принципы современного этапа модернизации профессионального образования:

1. Компетентностно-деятельностный подход, который предполагает освоение студентами необходимого объема информации в процессе активной деятельности и приобретение ими в результате такой деятельности определенных компетенций, определяемых как готовность студента к их применению в процессе будущей профессиональной деятельности.

2. Использование самостоятельной работы студентов в области информационных технологий как основной формы организации образовательного процесса и определение ее как вида учебной деятельности, имеющий самостоятельный статус наравне с аудиторными часами;

3. Применение индивидуально-ориентированного подхода к организации контроля и осуществление его посредством выступлений с докладами, организации бесед и дискуссий, написаний эссе и пр.

5. Применение в образовательном процессе методов активизации образовательной деятельности, таких как:

- методы ИТ – изучение требуемого теоретического материала с применением компьютеров и доступом к Интернет-ресурсам.

- работа в команде при условии специальной организации совместной деятельности студентов в малых группах.

- контекстное обучение – мотивация студентов к освоению знаний путем выявления связей между конкретным знанием и его применением.

- обучение на основе собственного опыта – активизация познавательной деятельности студента за счет ассоциации его личного опыта с предметом изучения.

## **9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

*Методические указания к подготовке к практическим, семинарским занятиям*

Подготовка к практическим и семинарским занятиям является разделом самостоятельной работы.

К каждому практическому и семинарскому занятию студенты получают задание заранее, как правило, по окончании лекции. Для подготовки задания можно использовать любые информационные источники, как учебники, учебные пособия, справочники, каталоги, методические разработки, статьи из периодической печати, так и Интернет. Однако при использовании Интернета, следует вырабатывать привычку искать подтверждения информации в специальных литературных источниках, имеющих доказанную положительную репутацию.

Активная подготовка к практическим и семинарским занятиям отмечается в балльно-рейтинговой системе.

*Методические указания по организации самостоятельной работы*

Самостоятельная работа студента является обязательной при освоении дисциплины и курируется преподавателем. Задания выдаются преподавателем периодически в течение периода изучения дисциплины. Самостоятельно студенты изучают и выполняют:

- темы, рекомендуемые преподавателем;
- задания преподавателя при подготовке к семинарам и практическим занятиям;
- задания преподавателя при подготовке к рубежному и текущему контролю.

Информационные источники рекомендуются преподавателем, а также ведется их поиск самостоятельно. Кроме учебников, обязательной к использованию является электронная база данных по дисциплине, предоставляемая преподавателем.

При использовании Интернет-ресурсов, если материал найден в зоне свободного поиска, рекомендуется проверка найденных сведений по первоисточникам: справочникам, каталогам, учебной литературе и пр. Сайты компаний мирового значения имеют значительный рейтинг доверия.

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):