

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Костромской государственный университет»  
(КГУ)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Направление подготовки/ специальность:  
**54.03.02 Декоративно-прикладное искусство и народные промыслы**

Направленность/ специализация:  
**Художественный металл**

Квалификация выпускника: **бакалавр**

**Кострома  
2021**

Рабочая программа дисциплины Аддитивные технологии разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 54.03.02 Декоративно-прикладное искусство и народные промыслы, Приказ Минобрнауки России от 13.08.2020 г. №1010.

Разработали: Цветков Денис Михайлович, старший преподаватель кафедры Технологии художественной обработки материалов, художественного проектирования, искусств и технического сервиса;

Шорохов Сергей Александрович, доцент, к.т.н., доцент кафедры Технологии художественной обработки материалов, художественного проектирования, искусств и технического сервиса

Рецензент: Безденежных Алла Германовна, доцент, к.т.н., доцент кафедры Технологии художественной обработки материалов, художественного проектирования, искусств и технического сервиса

#### ПРОГРАММА УТВЕРЖДЕНА:

Заведующий кафедрой Технологии художественной обработки материалов, художественного проектирования, искусств и технического сервиса:

Шорохов Сергей Александрович, к.т.н., доцент

Протокол заседания кафедры №10 от 11 июня 2021 г.

#### ПРОГРАММА ПЕРЕУТВЕРЖДЕНА:

На заседании кафедры Технологии художественной обработки материалов, художественного проектирования, искусств и технического сервиса:

Протокол заседания кафедры №10 от 10 июня 2022 г.

Шорохов Сергей Александрович, к.т.н., доцент

#### ПРОГРАММА ПЕРЕУТВЕРЖДЕНА:

На заседании кафедры Технологии художественной обработки материалов, художественного проектирования, искусств и технического сервиса:

Протокол заседания кафедры №9 от 31 мая 2023 г.

Шорохов Сергей Александрович, к.т.н., доцент

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

### **Цель дисциплины:**

Формирование инженерных компетенций в области применения современных аддитивных и технически совершенных технологий при разработке, проектировании и изготовлении ювелирно-художественных изделий.

### **Задачи дисциплины:**

- сформировать системное представление об исторических предпосылках появления аддитивных технологий и направлениях их развития;
- изучение информации о машинах и оборудовании для выращивания изделий с учётом расходных материалов;
- усвоить алгоритм изготовления изделий с применением 3D принтера;
- приобретение навыка проведения контроля качества готового изделия;
- ознакомиться с другими смежными технологиями изготовления изделий.

Дисциплина направлена на профессионально-трудовое и научно-образовательное воспитание обучающихся посредством содержания дисциплины и актуальных технологий.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Освоить компетенции:

**ОПК-3** Способен выполнять поисковые эскизы изобразительными средствами и способами проектной графики; разрабатывать проектную идею, основанную на концептуальном, творческом подходе к решению художественной задачи; синтезировать набор возможных решений и научно обосновывать свои предложения; проводить предпроектные изыскания, проектировать, моделировать, конструировать предметы, товары, промышленные образцы и коллекции, арт-объекты в области декоративно-прикладного искусства и народных промыслов; выполнять проект в материале.

**ОПК-6** Способен осуществлять педагогическую деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования, профессионального обучения и дополнительного образования для детей и взрослых.

### **Код и содержание индикаторов компетенции:**

**ОПК-3.1** Знать методы и этапы создания авторского художественного проекта, изобразительные средства и способы проектной графики для создания поисковых эскизов, принципы разработки проектной идеи, концептуальный и творческий подходы для решения дизайнерских задач в области разработки ювелирно-художественной продукции.

**ОПК-3.2** Уметь выполнять поисковые эскизы изобразительными средствами и способами проектной графики, разрабатывать проектную идею, основанную на концептуальном, творческом подходе к решению дизайнерской задачи при проектировании ювелирно-художественной продукции, выполнять проекты в материале.

**ОПК-3.3** Владеть навыками синтеза вариантов возможных решений при разработке проектной идеи при проектировании ювелирно-художественной продукции с учетом технических и технологических ограничений, научно обосновать свои предложения.

**ОПК-6.1** Знать современные требования к учебному оборудованию и (или) оборудованию для занятий избранным видом деятельности, правила эксплуатации учебного оборудования для обучения художественному проектированию ювелирно-художественной продукции и технических средств обучения. Основные правила и технические приемы создания информационно-рекламных материалов о возможностях и содержании дополнительных общеобразовательных программ в области художественного проектирования ювелирно-художественной продукции на бумажных и электронных носителях.

**ОПК-6.2** Уметь организовывать различные виды внеурочной деятельности с учетом возможностей образовательной организации, места жительства и историко-культурного своеобразия региона; готовить информационные материалы о возможностях и содержании дополнительной общеобразовательной программы и представлять их при проведении мероприятий по привлечению обучающихся, разрабатывать мероприятия по модернизации

оснащения учебного помещения (кабинета, лаборатории, мастерской, студии,), формировать его предметно-пространственную среду, обеспечивающую освоение образовательной программы, выбирать оборудование с учетом: задач и особенностей образовательной программы; возрастных особенностей обучающихся; обеспечивать сохранность и эффективное использование оборудования, технических средств обучения (в зависимости от направленности образовательной программы).

**ОПК-6.3 Владеть** способностью осуществлять подготовку обучающихся к участию в выставках, конкурсах и иных аналогичных мероприятиях, организовывать различные виды внеурочной деятельности, готовить и представлять информационные материалы о возможностях и содержании дополнительных общеобразовательных программ, разрабатывать мероприятия по модернизации и оснащению учебного помещения (кабинета, лаборатории, мастерской, студии), формирование его предметно-пространственной среды, обеспечивающей успешное освоение образовательной программы.

**Требования к уровню освоения содержания дисциплины:**

**знать:**

**3.1.10** Знает базовые современные технологии прототипирования, технические и технологические возможности и ограничения при проектировании ювелирно-художественной продукции.

**6.1.3** Знает современные требования к учебному оборудованию скоростного прототипирования, техническим средствам обучения правила его эксплуатации для обучения художественному проектированию ювелирно-художественной продукции.

**уметь:**

**3.2.7** Умеет разрабатывать проектную идею, основанную на концептуальном, творческом подходе к решению дизайнерской задачи при проектировании ювелирно-художественной продукции с учетом особенностей современного оборудования скоростного прототипирования.

**6.2.3** Умеет осуществлять выбор и эксплуатацию учебного оборудования скоростного прототипирования и технических средств для обучения художественному проектированию ювелирно-художественной продукции.

**владеть:**

**3.3.3** Владеет способностью осуществлять разработку проектной идеи при проектировании ювелирно-художественной продукции с учетом технических и технологических ограничений оборудования скоростного прототипирования, научно обосновывать свои предложения и изготовить действующий прототип.

**6.3.3** Владеет навыками получения готового функционального прототипа путем осуществления выбора и грамотной эксплуатации учебного оборудования скоростного прототипирования, и технических средств для обучения художественному проектированию ювелирно-художественной продукции.

### **3. Место дисциплины в структуре ОП ВО**

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1. Дисциплины (модули) учебного плана. Изучается в 1 и 2 семестре очной формы обучения.

Изучение дисциплины основывается на параллельно осваиваемых дисциплинах: Инженерная и компьютерная графика; Моделирование и изготовление ювелирно-художественных изделий мелкой пластики с использованием современных информационных технологий; Учебная практика: Учебно-ознакомительная практика.

Изучение дисциплины является основой для освоения последующих дисциплин: Рисунок и основы преподавания художественных и проектных дисциплин; Конструкторско-технологическая документация ювелирной отрасли; Электро-физико-химические методы обработки материалов; Метрология; 2D и 3D моделирование ювелирно-художественных изделий; Проектирование и конструирование изделий декоративно-прикладного искусства; Учебная практика: Учебно-ознакомительная практика, а также для успешного выполнения и защиты выпускной квалификационной работы.

## 4. Объем дисциплины

### 4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием академических часов и виды учебной работы

Виды учебной работы,	Очная форма		
	Всего	Семестр 1	Семестр 2
Общая трудоемкость в зачетных единицах	5	2	3
Общая трудоемкость в часах	180	72	108
Аудиторные занятия в часах, в том числе:	82	32	50
Лекции	32	16	16
Практические занятия	–	–	–
Лабораторные занятия	50	16	34
Практическая подготовка	–	–	–
ИКР	3,25	3	0,25
Самостоятельная работа в часах	94,75	37	57,75
Форма промежуточной аттестации	КР, зачет	КР	зачет

### 4.2. Объем контактной работы на 1 обучающегося

Виды учебной работы,	Очная форма		
	Всего	1 семестр	2 семестр
Лекции	32	16	16
Практические занятия	–	–	–
Лабораторные занятия	50	16	34
Консультации	–	–	–
Зачет/зачеты	0,25	–	0,25
Экзамен/экзамены	–	–	–
Курсовые работы	3	3	–
Курсовые проекты	–	–	–
Практическая подготовка	–	–	–
<b>Всего</b>	<b>85,25</b>	<b>35,0</b>	<b>50,25</b>

## 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам), с указанием количества часов и видов занятий

### 5.1 Тематический план учебной дисциплины

№	Название раздела, темы	Всего час	Аудиторные занятия			ИКР	Самостоятельная работа
			Лекц.	Практ.	Лаб.		
<i>Семестр 1</i>							
1	Аддитивные технологии. Область применения. Перспективы.	9	1	–	6	–	2
2	Основные виды оборудования аддитивного производства.	5	1	–	2	–	2
3	Восковые принтеры. Solidscape, 3DSystem и др.	3	1	–	–	–	2

4	Оборудование 3D-печати FDM (Fused Deposition Modeling) принтеры.	4	2	–	–	–	2
5	Оборудование 3D-печати PolyJet принтеры.	3	1	–	–	–	2
6	SLA (Laser Stereolithography)/DLP (Digital Light Processing) принтеры	3	1	–	–	–	2
7	SLS (Selective Laser Sintering) (спекание лазером полиамидных порошков и пластика)	3	1	–	–	–	2
8	SLM (Selective Laser Melting) (лазерное спекание металлических порошков)	3	1	–	–	–	2
9	Оборудование современной 3D-печати.	3	1	–	–	–	2
10	3D сканирование в аддитивном производстве. Виды 3D сканнеров. Реверс инжиниринг.	3	1	–	–	–	2
11	Планирование и реализация программ индивидуального и мелкосерийного производства художественно-промышленной продукции, обладающей эстетической ценностью с использованием аддитивных технологий	3	1	–	–	–	2
12	Выбор оптимального материала оборудования, оснастки и инструмента для аддитивных технологий с целью изготовления и конструирования конкурентоспособной художественной продукции.	3	1	–	–	–	2
13	Особенности эксплуатации и размещения необходимого оборудования для аддитивного производства в рамках выделенных производственных площадей.	3	1	–	–	–	2
14	Лазерные технологии. Оборудование, подготовка файлов.	11	1	–	8	–	2
15	Станки с ЧПУ	3	1	–	–	–	2
	Курсовая работа	10	–	–	–	3	7
	<b>Итого за семестр 1:</b>	<b>2/72</b>	<b>16</b>	<b>–</b>	<b>16</b>	<b>3</b>	<b>37</b>
<b>Семестр 2</b>							
16	Оптические 3D-сканеры	14	2	–	6	–	6

17	Материалы для FDM-печати существующие и перспективные	8	2	–	–	–	6
18	Особенности проектирования CAD моделей под FDM-печать с учётом используемого материала	12	2	–	4	–	6
19	Постобработка напечатанных моделей на FDM-принтере в зависимости от материала филамента	14	2	–	6	–	6
20	Особенности проектирования CAD моделей под SLA/DLP-печать	16	2	–	8	–	6
21	Особенности проектирования CAD моделей под DOD-печать	10	2	–	2	–	6
22	Особенности проектирования CAD моделей и написание управляющих программ под фрезерные 3, 4, 5-осевые станки с ЧПУ	16	2	–	8	–	6
23	Взаимосвязь аддитивных технологий с другими современными технологиями	8	2	–	–	–	6
	Зачет	10	–	–	–	0,25	9,75
	<b>Итого за семестр 2:</b>	<b>3/108</b>	<b>16</b>	<b>–</b>	<b>34</b>	<b>0,25</b>	<b>57,75</b>
	<b>ИТОГО:</b>	<b>5/180</b>	<b>32</b>	<b>–</b>	<b>50</b>	<b>3,25</b>	<b>94,75</b>

## 5.2. Содержание:

### 1. Аддитивные технологии. Область применения. Перспективы.

Перспективные направления развития и реализации аддитивных технологий. Преимущества и слабые стороны. Барьеры и ограничения для различных отраслей производства. Виды и назначение систем автоматизированного проектирования ювелирно-художественных изделий, применяемые информационные технологии.

### 2. Основные виды оборудования аддитивного производства.

Обзор существующих видов 3D-принтеров для аддитивного производства. Область традиционного применения.

### 3. Восковые принтеры. Solidscape, 3DSystem и др.

Виды, технические характеристики, особенности применения и эксплуатации. Основы и критерии выбора. Расходные материалы. Правила эксплуатации и обслуживания. Преимущества и недостатки. Область применения. Особенности применения для ювелирно-художественных производств.

### 4. Оборудование 3D-печати FDM (Fused Deposition Modeling) принтеры.

Виды, технические характеристики, особенности применения и эксплуатации. Основы и критерии выбора. Расходные материалы. Правила эксплуатации и обслуживания. Преимущества и недостатки. Область применения. Особенности применения для ювелирно-художественных производств.

### 5. Оборудование 3D-печати PolyJet принтеры.

Виды, технические характеристики, особенности применения и эксплуатации. Основы и критерии выбора. Расходные материалы. Правила эксплуатации и обслуживания.

Преимущества и недостатки. Область применения. Особенности применения для производств при реализации программ индивидуального и мелкосерийного производства художественно-промышленной продукции и конструирования для ювелирно-художественных производств.

*6. SLA (Laser Stereolithography)/ DLP (Digital Light Processing) принтеры.*

Виды, технические характеристики, особенности применения и эксплуатации. Основы и критерии выбора. Расходные материалы. Правила эксплуатации и обслуживания. Преимущества и недостатки. Область и особенности применения для ювелирно-художественных производств при реализации программ индивидуального и мелкосерийного производства художественно-промышленной продукции.

*7. SLS (Selective Laser Sintering) (спекание лазером полиамидных порошков и пластика).*

Виды, технические характеристики, особенности применения и эксплуатации. Основы и критерии выбора. Расходные материалы. Правила эксплуатации и обслуживания. Преимущества и недостатки. Область и особенности применения для ювелирно-художественных производств при реализации программ индивидуального и мелкосерийного производства художественно-промышленной продукции.

*8. SLM (Selective Laser Melting) (лазерное спекание металлических порошков).*

Виды, технические характеристики, особенности применения и эксплуатации. Основы и критерии выбора. Расходные материалы. Правила эксплуатации и обслуживания. Преимущества и недостатки. Область применения. Особенности применения для ювелирно-художественных производств при реализации программ индивидуального и мелкосерийного производства художественно-промышленной продукции

*9. Оборудование современной 3D-печати.*

Новые 3D принтеры. Перспективные направления 3D печати.

*10. 3D сканирование в аддитивном производстве. Виды 3D сканнеров. Реверс инжиниринг.*

Виды, технические характеристики, особенности применения и эксплуатации. Основы и критерии выбора. Правила эксплуатации и обслуживания. Преимущества и недостатки. Область применения. Особенности применения для ювелирно-художественных производств при реализации программ индивидуального и мелкосерийного производства художественно-промышленной продукции. Реверс инжиниринг. Контроль качества.

*11. Планирование и реализация программ индивидуального и мелкосерийного производства художественно-промышленной продукции, обладающей эстетической ценностью с использованием аддитивных технологий.*

Критерии выбора технологии изготовления изделий с учетом геометрии поверхности, эксплуатационных и эстетических свойств, выбор оборудования, обеспечивающего конкурентные преимущества продукции.

*12. Выбор оптимального материала оборудования, оснастки и инструмента для аддитивных технологий с целью изготовления и конструирования конкурентоспособной художественной продукции.*

Выбор оборудования, материалов и технологий с учетом особенностей конструкции и возможностей, существующих 3D принтеров.

*13. Особенности эксплуатации и размещения необходимого оборудования для аддитивного производства в рамках выделенных производственных площадей.*

Особенности размещения и эксплуатации современных 3D принтеров, требования к помещению, температуре и влажности, эффективная встраиваемость в технологические цепочки предприятий. Цифровое производство. Планирование участка аддитивного и цифрового производства для производства изделий легкой промышленности.

*14. Лазерные технологии. Оборудование, подготовка файлов.*

Лазерные технологии, применяемые в ювелирном производстве. Лазерный раскрой, маркировка и гравировка, лазерная сварка; преимущества и недостатки этих технологий. Подготовка файла под лазерный раскрой и маркировку. Лазерная сварка.

*15. Станки с ЧПУ.*

Виды, технические характеристики, особенности применения и эксплуатации. Основы и критерии выбора. Режущий инструмент. Правила эксплуатации и обслуживания. Преимущества и недостатки. Область применения. Особенности применения для ювелирно-художественных



производств при реализации программ индивидуального и мелкосерийного производства художественно-промышленной продукции.

*16. Оптические 3D-сканеры*

Принцип работы, преимущества и недостатки, основные области применения, основные производители.

*17. Материалы для FDM-печати существующие и перспективные*

Разбор существующих материалов для FDM-печати, их преимущества и недостатки. Разработка новых материалов с заданными свойствами.

*18. Особенности проектирования CAD моделей под FDM-печать с учётом используемого материала*

Проектирование изделий с учётом линейных и объёмных усадок и расширений, получение необходимой шероховатости поверхности под конкретный материал филамента.

*19. Постобработка напечатанных моделей на FDM-принтере в зависимости от материала филамента*

Постобработка напечатанных моделей химическим и механическим способом для получения требуемой поверхности.

*20. Особенности проектирования CAD моделей под SLA/DLP-печать*

Проектирование CAD-моделей под технологию SLA/DLP-печати с учётом линейных и объёмных усадок и расширений под конкретный материал фотоотверждаемой смолы. Расстановка необходимых поддержек для печати.

*21. Особенности проектирования CAD моделей под DOD-печать*

Проектирование CAD-моделей под технологию DOD-печати.

*22. Особенности проектирования CAD моделей и написание управляющих программ под фрезерные 3, 4, 5-осевые станки с ЧПУ*

Проектирование CAD-моделей под фрезеровку на станках с ЧПУ с учётом возможностей станка и используемого инструмента. Стратегии обработки при создании управляющих программ.

*23. Взаимосвязь аддитивных технологий с другими современными технологиями*

Связь аддитивных технологий с другими современными технологиями, их взаимодополнение и расхождение.

## 6. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

### 6.1. Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Задание	Часы	Методические рекомендации по выполнению задания	Форма контроля
<i>Семестр 1</i>					
1	Аддитивные технологии. Область применения. Перспективы.	Современные технологии и материалы. Перспективы использования для ювелирно-художественных производств.	2	[1], [2]	Устный опрос
2	Основные виды оборудования аддитивного производства.	Обзор практики применения новых типов оборудования для цифровых производств. Ведущие производители.	2	[1], [2]	Устный опрос
3	Восковые принтеры. Solidscapе, 3DSystem и др.	Основы и критерии выбора. Расходные материалы. Правила экс-	2	[1], [9], [12], [13], [14]	Презентация Устный опрос

		плуатации и обслуживании.			
4	Оборудование 3D-печати FDM (Fused Deposition Modeling) принтеры.	Основы и критерии выбора. Расходные материалы. Правила эксплуатации и обслуживания.	2	[1],[2], [5], [9], [12], [13], [14]	Презентация Устный опрос
5	Оборудование 3D-печати PolyJet принтеры.	Основы и критерии выбора. Расходные материалы. Правила эксплуатации и обслуживании. При реализации программ индивидуального и мелкосерийного производства художественно-промышленной продукции.	2	[1],[2], [3], [12], [13], [14]	Презентация Устный опрос
6	SLA (Laser Stereolithography)/ DLP (Digital Light Processing) принтеры	Основы и критерии выбора. Расходные материалы. Правила эксплуатации и обслуживания.	2	[1],[2], [3], [12], [13], [14]	Презентация Устный опрос
7	SLS (Selective Laser Sintering) (спекание лазером полиамидных порошков и пластика)	Условия эффективного использования SLS машин, материалы для изготовления прототипов.	2	[1],[2], [3], [12], [13], [14]	Доклад, Презентация
8	SLM (Selective Laser Melting) (лазерное спекание металлических порошков)	Условия эффективного использования SLM машин, материалы для изготовления прототипов.	2	[1],[2], [3], [12], [13], [14]	Презентация Устный опрос
9	Оборудование современной 3D-печати.	Основы и критерии выбора. Расходные материалы. Правила эксплуатации и обслуживания. При реализации программ индивидуального и мелкосерийного производства.	2	[1],[2], [3], [12], [13], [14]	Письменный опрос
10	3D сканирование в аддитивном производстве. Виды 3D сканнеров. Реверс инжиниринг.	Виды 3D сканнеров. Расходные материалы. Правила эксплуатации и обслуживании. Особенности проектирования. Создать 3D файл с использованием 3D сканнера по заданной физической модели. Реверс инжиниринг.	2	[1],[2], [3], [12], [13], [14]	Доклад, Презентация
11	Планирование и реализация программ индивидуального и мелкосе-	Определить эффективность использования 3D оборудования. Указать преимущества перед тра-	2	[1],[2], [3], [12], [13], [14]	Устный опрос

	рийного производства художественно-промышленной продукции, обладающей эстетической ценностью с использованием аддитивных технологий	диционными методами обработки.			
12	Выбор оптимального материала оборудования, оснастки и инструмента для аддитивных технологий с целью изготовления и конструирования конкурентоспособной художественной продукции.	По заданному изделию подготовить предложение по виду 3D принтера, материалам печати. Указать, что по мнению обучающегося, дает конкурентное преимущество продукции.	2	[1],[2], [3], [12], [13], [14]	Устный опрос
13	Особенности эксплуатации и размещения необходимого оборудования для аддитивного производства в рамках выделенных производственных площадей.	Разработка технологии изготовления изделия с учетом его потребительских свойств, прочности материала, эргономики. Осуществить выбор оборудования обосновать выбранные технологии.	2	[1], [2], [3], [4], [5], [6], [12], [13], [14]	Доклад, Презентация
14	Лазерные технологии. Оборудование, подготовка файлов.	Лазерные технологии, применяемые в ювелирном производстве. Лазерный раскрой, маркировка и гравировка, лазерная сварка; преимущества и недостатки этих технологий. Подготовка файла под лазерный раскрой и маркировку. Лазерная сварка.	2	[1], [2], [10], [12], [13], [14]	Устный опрос
15	Станки с ЧПУ	Виды, технические характеристики, особенности применения и эксплуатации. Основы и критерии выбора. Режущий инструмент. Правила эксплуатации и обслуживании. Преимущества и недостатки. Область применения. Особенности применения для ювелирно-художественных производств.	2	[1], [2], [11], [12], [13], [14]	Устный опрос

	Курсовая работа	Выполнение курсовой работы	7	[1] –[14]	Письменный отчёт
	<b>Итого за семестр 1:</b>		<b>37</b>		
<b>Семестр 2</b>					
16	Оптические 3D-сканеры	Принцип работы, преимущества и недостатки, основные области применения	6	[1],[2], [3], [12], [13], [14]	Доклад, Презентация
17	Материалы для FDM-печати существующие и перспективные	Разбор существующих материалов для FDM-печати, их преимущества и недостатки. Разработка новых материалов с заданными свойствами.	6	[1],[2], [5], [9], [12], [13], [14]	Презентация Устный опрос
18	Особенности проектирования CAD моделей под FDM-печать с учётом используемого материала	Проектирование изделий с учётом линейных и объёмных усадок и расширений, получение необходимой шероховатости поверхности под конкретный материал филамента.	6	[1],[2], [5], [9], [12], [13], [14]	Презентация Устный опрос
19	Постобработка напечатанных моделей на FDM-принтере в зависимости от материала филамента	Постобработка напечатанных моделей химическим и механическим способом для получения требуемой поверхности.	6	[1],[2], [5], [9], [12], [13], [14]	Презентация Устный опрос
20	Особенности проектирования CAD моделей под SLA/DLP-печать	Проектирование CAD-моделей под технологию SLA/DLP-печати с учётом линейных и объёмных усадок и расширений под конкретный материал фотоотверждаемой смолы. Расстановка необходимых поддержек для печати.	6	[1],[2], [3], [12], [13], [14]	Доклад, Презентация
21	Особенности проектирования CAD моделей под DOD-печать	Проектирование CAD-моделей под технологию DOD-печати.	6	[1],[2], [3], [12], [13], [14]	Доклад, Презентация
22	Особенности проектирования CAD моделей и написание управляющих программ под фрезерные 3, 4, 5-осевые станки с ЧПУ	Проектирование CAD-моделей под фрезеровку на станках с ЧПУ с учётом возможностей станка и используемого инструмента. Стратегии обработки при создании управляющих программ.	6	[1], [2], [11], [12], [13], [14]	Устный опрос
23	Взаимосвязь аддитивных технологий с другими современными технологиями,	Связь аддитивных технологий с другими современными технологиями,	6	[1] –[14]	Доклад, Презентация

	менными техноло- гиями	их взаимодополнение и расхождение.			
	Зачет	Повторение изученного материала.	9,75	[1] –[14]	Выполнение тестового задания
	<b>Итого за семестр 2:</b>		<b>57,75</b>		
	<b>ИТОГО:</b>		<b>94,75</b>		

## 6.2. Тематика и задания для лабораторных занятий

### 1. Основные виды оборудования аддитивного производства

Задание:

Ознакомиться с оборудованием представленном в Учебно-производственной лаборатории технологий прототипирования и лазерной обработки материалов Центра промышленных технологий.

### 2. Знакомство с CAD-системами на примере программы Rhinoceros

Задание:

Ознакомиться с интерфейсом программы Rhinoceros. Произвести построение плоскостного рисунка с помощью изученных

### 3. Лазерные технологии. Оборудование, подготовка файлов.

Задание:

Ознакомиться с лазерными технологиями в ювелирной промышленности. Подготовить файлы и управляющие программы под лазерный раскрой, маркировку на плоскости и на тела вращения с использованием программы Rhinoceros или пакета программ CorelDRAW. Произвести обработку на лазерной установке МиниМАРКЕР 2. Полученные детали спаять на лазерной сварочной установке OROTIG R-EVO.

### 4. 3-D сканирование с помощью стационарного сканера.

Задание:

Отсканировать объект на 3D сканере RangeVision с использованием поворотного стола. При необходимости обработать модель специализированным спреем. Произвести необходимые доработки в программе и получить модель в формате STL.

### 5. 3-D сканирование с помощью ручного сканера.

Задание:

Отсканировать бюст человека с помощью 3D-сканер Sense. Получить 3-D модель в формате STL. Полученную модель доработать в 3-D программе.

### 6. FDM принтеры. Подготовка управляющей программы, печать модели.

Задание:

Ознакомиться с FDM печатью. Рассмотреть различное устройство FDM принтеров. Произвести слайсинг ранее построенных или полученных на 3-D сканере моделей с помощью программы Cura. Выявить какие параметры печати влияют на расход и время печати. Напечатать модель на принтере.

### 7. Проектирование ювелирных изделий под DLP и DOD принтеры.

Задание:

Построить 3-D модель в программе Rhinoceros. Импортировать модель в STL формат.

### 8. DLP принтер «Миникуб», подготовка модели и печать

Задание:

Ознакомиться с DLP принтером. Подготовить модель под печать, расставить необходимые поддержки. Напечатать модель на принтере. Осуществить постобработку: промыть в спирте, окончательно полимеризовать с помощью УФ-лампы, удалить поддержки. Сравнить полученную модель с 3D моделью.

### 9. DOD принтер Solidscape 3Z MAX2. Подготовка стола под печать.

Задание:

Ознакомиться с принтером Solidscape3ZMAX2, его характеристиками и возможностями

печати. Расставить в программе 3Zworks 3D модели на столе принтера так, чтоб время печати было минимально.

10. Станок ЧПУ DeKart. Подготовка модели, создание управляющей программы, резка изделия.

Задание:

Ознакомиться с фрезерным 4-х осевым станком с ЧПУ DeKart, его характеристиками и возможностями. Спроектировать модель под этот станок с учётом имеющихся ограничений. Подобрать режущий инструмент и написать управляющие программы под него для обработки модели. Установить заготовку и произвести обработку построенной модели.

### 6.3. Методические рекомендации для выполнения курсовых работ

#### *Темы курсовых работ*

1. Деловой сувенир
2. Новогодний сувенир

#### *Содержание и объем курсового проекта*

Курсовой проект должен состоять из *пояснительной записки* и *графического материала*.

Пояснительная записка объемом 5 – 10 страниц (без приложений) должна быть представлена на формате А4 (шрифт Times, кегль 14, интервал полуторный, поля: левое – 30 мм, правое – 15 мм, верхнее и нижнее – 20 мм).

Графический материал с художественным проектом представлен на листе формата А4, подшивается в записку.

#### *Структура и требования к содержанию пояснительной записки*

Пояснительная записка к курсовому проекту должна содержать:

- Титульный лист.
- Содержание
- Графический материал
- Описание изделий проекта.
- Технологическая часть:
  - Выбор основных и вспомогательных материалов
  - Технологический процесс изготовления изделия (подробное описание всех аддитивных и смежных технологий)
- Список использованных источников.
- Приложения.

### 7. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Наименование	Количество/ссылканаэлектронный ресурс
<i>а) основная:</i>	
1. Производство ювелирных изделий из драгоценных металлов и их сплавов: Учебник /Сидельников С.Б., Константинов И.Л., Довженко Н.Н., - 2-е изд. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 375с.:60x90/16.- (Высшее образование: Бакалавриат)(Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-16-011376-0	<a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=610255">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=610255</a>



<p><b>2.Технология ювелирного производства:</b> Учебное пособие / В.П.Луговой.-М.:НИЦИнфра-М;Мн.:Нов.знание,2013.-526с.:ил.; 60х90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат).(переплет)ISBN 978-5-16-005653-1,400экз.;</p>	<p><a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=304352">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=304352</a></p>
<p><b>3.Материальные технологии.</b> В 2 ч.: Учебник / В.А. Горохов, Н.В. Беляков, А.Г. Схиртладзе; Под ред. В.А. Горохова. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2014. - 589 с.: ил.; 60х90 1/16. - (ВО:Бакалавриат).(п)ISBN978-5-16-009531-8,500экз.</p>	<p><a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=446097">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=446097</a>  <a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=446098">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=446098</a></p>
<i>б) дополнительная:</i>	
<p><b>4. Товароведение, экспертиза и стандартизация</b>/Ляшко А.А., Ходыкин А.П., Волошко Н.И., -2-е изд.-М.: Дашков и К, 2017.- 660с.: ISBN 978-5394-02005-6</p>	<p><a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=414985">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=414985</a></p>
<p><b>5.Березюк, В.Г. Специальные технологии художественной обработки материалов</b> (политейным материалам) [Электронный ресурс]: учеб.-метод. пособие / В. Г. Березюк [и др.]. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2014. – 168 с. – ISBN 978-5-7638-2928-0</p>	<p><a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=511170">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=511170</a></p>
<p><b>6.Грибовский, А.А. Геометрическое моделирование в аддитивном производстве</b> [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А.Грибовский.—Электрон.дан.— Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2015. — 49 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/91559">https://e.lanbook.com/book/91559</a>.— Загл.сэкрана.</p>	<p><a href="https://e.lanbook.com/book/91559#authors">https://e.lanbook.com/book/91559#authors</a></p>
<p><b>7.Оценка качественных характеристик стоимости ювелирных камней. Художественная ценность изделий в ценообразовании:</b> Учебное пособие / Капошкова И.А., Березюк В.Г., Синичкина А.М.- Красноярск: СФУ, 2015.- 124с.: ISBN 978-5-7638-3328-7</p>	<p><a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=967679">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=967679</a></p>
<p><b>8.Поливанова, Т.М. Товароведение и экспертиза ювелирных товаров:</b> учебное пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Т.М.Поливанова, А.М.Матюшин.— Электрон. дан.— Москва: РТА, 2013.—152 с.</p>	<p><a href="https://e.lanbook.com/book/74169">https://e.lanbook.com/book/74169</a>.</p>
<p><b>9.Информационная система предприятия:</b> Учебное пособие / Вдовенко Л.А., 2-е изд., пераб. и доп.- М.: Вузовский учебник, НИЦИНФРА-М, 2015.- 304с.: 60х90/16 (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-9558-0329-6</p>	<p><a href="http://znanium.com/catalog/product/501089">http://znanium.com/catalog/product/501089</a></p>
<p><b>10. Евтихийев, Н. Н. Лазерные технологии</b> : учебное пособие / Н. Н. Евтихийев, О. Ф. Очин, И. А. Бегунов. - Долгопрудный : Интеллект, 2020. - 240 с. – ISBN 978-5-91559-281-9</p>	<p><a href="https://znanium.com/catalog/product/1238959">https://znanium.com/catalog/product/1238959</a></p>
<p><b>11. Станки с ЧПУ: устройство, программирование, инструментальное обеспечение и оснастка</b> : учеб. пособие для вузов / А.А. Жолобов, Ж.А. Мрочек, А.В. Аверченков [и др.]. — 3-е изд., стер. — Москва : ФЛИНТА, 2017. - 358 с. - ISBN 978-5-9765-1830-8</p>	<p><a href="https://znanium.com/catalog/product/1042121">https://znanium.com/catalog/product/1042121</a></p>

<i>Периодические издания</i>	
12. Журнал «ЮВЕЛИРУМ»	<a href="http://juvelirum.ru/">http://juvelirum.ru/</a> («Украшения и новые технологии, дизайн»)
13. Журнал «Ювелирное обозрение»	<a href="http://www.j-r.ru/">http://www.j-r.ru/</a> (Обзоры и аналитика ювелирного рынка, ювелирной моды. Статьи специалистов и экспертов.)
14. Журнал «ArtJewelry»	<a href="http://art.jewelrymakingmagazines.com">http://art.jewelrymakingmagazines.com</a> (Множество рекомендаций для художников, работающих с металлом, проволокой, глиной, камнем и т.д. Рассчитан на разный уровень квалификации и дает много практических советов "шаг за шагом")

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

### *Информация о курсе дисциплины в СДО:*

Элемент «Лекции»:

1 семестр: <https://sdo.ksu.edu.ru/enrol/index.php?id=5124>

2 семестр: <https://sdo.ksu.edu.ru/enrol/index.php?id=5993>

### *Информационно-образовательные ресурсы:*

1. Библиотека ГОСТов. Все ГОСТы, [Электронный ресурс], URL: <http://vsegost.com/>

### *Электронные библиотечные системы:*

1. ЭБС Университетская библиотека онлайн – <http://biblioclub.ru>

2. ЭБС «Лань» <https://e.lanbook.com>

3. ЭБС «ZNANIUM.COM» <http://znanium.com>

## 9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Учебный корпус Ж, ауд. 101 учебно-производственная лаборатория технологий прототипирования и лазерной обработки материалов ЦПТ	<u>Оборудование:</u> 3D сканер Scanner Range Vision Premium – 1 шт; Лампа ультрафиолетовая – 1 шт; Система прецизионной лазерной маркировки СПЛМ «МиниМаркер 2-20А4» – 1 шт; Система прецизионной лазерной маркировки СПЛМ «МиниМаркер 2-М50» – 1 шт; Система прототипирования 3D принтер Minicube 2HD – 1 шт; Сканер 3DSENSE – 2 шт; Станок фрезерный 5-ОСЕВОЙ ЧПУ МИРА-Х5 ХНД – 1 шт; Станок фрезерный с ЧПУ – 1 шт; Установка лазерная R-EVO/7500 ОВС 150 Дж – 1 шт.	Rhinoceros 5 for Windows Commercial License Key: RH50-JQG2-18Q0-G9A2-01R0-1R39 (1 лицензия); Open Office, свободно распространяемый офисный пакет с открытым исходным кодом



<p>Учебный корпус Ж, ауд. 102 учебно- производственная лаборатория технологий прототипирования и лазерной обработки материалов ЦПТ</p>	<p><u>Оборудование:</u> Блок системный DEPONeos 280 – 1 шт.; МониторDelleE2216H – 1 шт.; ПЭВМ в комплекте: Системный блок ПЭВМ Регард AMDFX8300/760G/8GB/500GB/DVDRW/AMDR 7 250 2GB/450W; Видеомонитор Philips 223V5LSB2; Клавиатура GembirdKB-8300-R; Координатный манипулятор CROWNCMM-20 – 1 шт.; 3D принтер Solidscape 3Z MAX2 (UNIT 3Z MAX2 WITH SHIP KIT 3Z MAX2 230V) –1 шт.; Гравировально-фрезерная машина марки RolandMDX-15 – 1 шт.; Принтер 3D Wanhao Duplicator 4x DH – 1 шт.</p>	<p>Open Office, свободно распространяемый офисный пакет с открытым исходным кодом</p>
<p>Учебный корпус Ж, ауд. 103 учебно- производственная лаборатория технологий прототипирования и лазерной обработки материалов ЦПТ</p>	<p>Станок токарный 16K20 – 1 шт.; Станок вертикально-сверлильный 2Н135 – 1 шт; Станок широкоформатный гравировально- фрезерный 3Dc ЧПУ Dekart 1530 – 1 шт; Монитор LCD 19"AcerAL 1916Ns – 1 шт; С/блок ПК R-StyleProximaMC731 P4 D945(3/4)/2Gb</p>	<p>Open Office, свободно распространяемый офисный пакет с открытым исходным кодом</p>
<p>Учебный корпус Ж, ауд. 203, коворкинг-центр</p>	<p>Рабочие места студентов: стол – 25 шт., стулья – 27 шт. Рабочее место преподавателя: стол – 1 шт., стул – 1 шт. <u>Технические средства обучения:</u> Проек. BENQW1070 – 1 шт., Экран на штативе APOLLO-T – 1 шт. ПК – 1 шт.</p>	<p>Open Office, свободно распространяемый офисный пакет с открытым исходным кодом</p>
<p>Учебный корпус Ж, ауд. 212 Компьютерный класс 3D моделирования</p>	<p>Рабочие места студентов: стол – 24 шт., стулья – 24 шт. Рабочее место преподавателя: стол – 1 шт., стул – 1 шт. <u>Оборудование для проведения занятий:</u> Блок систем. i5-7500 – 25 шт., Монит. Samsung 23.6” – 25 шт. <u>Технические средства обучения:</u> Проектор BenQ – 1 шт., Экран – 1 шт.</p>	<p>Microsoft Windows 7 Pro 64-Bit6 6.1.7601 Strvice Pack 1 Сборка 7601 Код продукта 55041-033-0743527- 86704 (25 лицензий); PHSP &amp; PREM Elements (65273439) Certificate Number 15982463 (25 лицензий); License Certificate v100716 Autodesk Education Master Suite 2013; English, Internationa, Autodesk 3ds Max 2021, Serial License 393-13617573 (25 лицензий); CoreIDRAW Graphics Suite 2017 Education Lic (5-50). Номер лицензии 254926 (25 лицензий); КОМПАС-3D LT V12/учебный комплект. Ключ HASP на 50 лицензий, Key ID: 90413211 (50 лицензий); Blender 2.92; COMODO Antivirus A3F08E42-E4FF-43A2- 87A188AAF0E22BDB; Wacom Tablet Driver 2.1.0.7; LibreOffice 5.4.4.2.</p>