

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Направление подготовки/ специальность:
29.03.04 Технология художественной обработки материалов

Направленность/ специализация:
Современные технологии ювелирно-художественных производств

Квалификация выпускника: **бакалавр**

**Кострома
2021**

Рабочая программа дисциплины Аддитивные технологии разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 29.03.04 Технология художественной обработки материалов, Приказ Минобрнауки России от 22.09.2017 г. №961.

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-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.

Код и содержание индикаторов компетенции:

ОПК-4.1 Знать основные понятия в области информационных технологий; методы, способы и возможности преобразования данных в информацию.

Требования к уровню освоения содержания дисциплины:

знать:

4.1.3 Основные виды оборудования скоростного прототипирования, программы управления, базы данных, правила подготовки файлов с учетом его технических и технологических особенностей и ограничений для изготовления прототипов.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

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

Изучение дисциплины основывается на ранее освоенных и параллельно осваиваемых дисциплинах:

- Информационные технологии и инновационные материалы.

Изучение дисциплины является основой для освоения последующих дисциплин и практик:

- 2D и 3D моделирование художественных изделий;
- Учебная практика: Технологическая (проектно-технологическая) практика.

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
Общая трудоемкость в зачетных единицах	2	2
Общая трудоемкость в часах	72	72

Аудиторные занятия в часах, в том числе:	32	32
Лекции	16	16
Практические занятия	–	–
Лабораторные занятия	16	16
Практическая подготовка	–	–
ИКР	0,25	0,25
Самостоятельная работа в часах	39,75	39,75
Форма промежуточной аттестации	Зачет	Зачет

4.2. Объем контактной работы на 1 обучающегося

Виды учебных занятий	Очная форма	
	Всего	Семестр 1
Лекции	16	16
Практические занятия	–	–
Лабораторные занятия	16	16
Консультации	–	–
Зачет/зачеты	0,25	0,25
Экзамен/экзамены	–	–
Курсовые работы	–	–
Курсовые проекты	–	–
Практическая подготовка	–	–
Всего	32,25	32,25

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

5.1 Тематический план учебной дисциплины

№	Название раздела, темы	Всего з.е./ час	Аудиторные занятия			ИКР	Самостоятельная работа
			Лекц.	Практ.	Лаб.		
<i>Семестр 1</i>							
1	Аддитивные технологии. Область применения. Перспективы.	3	1	–	–	–	2
2	Основные виды оборудования аддитивного производства.	5	1	–	2	–	2
3	Восковые принтеры. Solidscape, 3DSystem и др.	5	1	–	2	–	2
4	Оборудование 3D-печати FDM (Fused Deposition Modeling) принтеры.	9	2	–	4	–	3
5	Оборудование 3D-печати PolyJet принтеры.	5	2	–	–	–	3
6	Оборудование современной 3D-печати.	4	1	–	–	–	3
7	SLS (Selective Laser Sintering) (спекание лазером полиамидных порошков и пластика)	4	1	–	–	–	3
8	SLM (Selective Laser Melting) (лазерное спекание металличе-	4	1	–	–	–	3

	ских порошков)						
9	3D сканирование в аддитивном производстве. Виды 3D сканеров. Реверс инжиниринг.	8	1	–	4	–	3
10	Планирование и реализация программ индивидуального и мелкосерийного производства художественно-промышленной продукции, обладающей эстетической ценностью с использованием аддитивных технологий	5	2	–	–	–	3
11	Выбор оптимального материала оборудования, оснастки и инструмента для аддитивных технологий с целью изготовления и конструирования конкурентоспособной художественной продукции.	3,75	1	–	–	–	2,75
12	Особенности эксплуатации и размещения необходимого оборудования для аддитивного производства в рамках выделенных производственных площадей.	5	2	–	–	–	3
13	Лазерные технологии. Оборудование, подготовка файлов.	4	–	–	2	–	2
14	Станки с ЧПУ.	4	–	–	2	–	2
15	Зачёт.	3,25	–	–	–	0,25	3
	Итого:	2/72	16	–	16	0,25	39,75

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. Оборудование современной 3D-печати.

Новые 3D принтеры. Перспективные направления 3D печати.

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

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. Реверс инжиниринг. Контроль качества.

10. 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.

11. 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.

12. 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 ювелирно-художественных производств.

13. 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.

14. 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.

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. Solidscape, 3DSystem и др.	Основы и критерии выбора. Расходные материалы. Правила эксплуатации и обслуживании.	2	[1], [9], [12], [13], [14]	Презентация Устный опрос
4	Оборудование 3D-печати FDM (Fused Deposition Modeling) принтеры.	Основы и критерии выбора. Расходные материалы. Правила эксплуатации и обслуживании.	3	[1], [2], [5], [9], [12], [13], [14]	Защита лабораторной работы
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.	3	[1], [2], [3], [12], [13], [14]	Письменный опрос, защита лабораторной работы
6	Оборудование современной 3D-печати.	Основы и критерии выбора. Расходные материалы. Правила эксплуатации и обслуживании. При реализации программ индивидуального и мелкосерийного производства.	3	[1], [2], [3], [12], [13], [14]	Письменный опрос, защита лабораторной работы
7	SLS (Selective Laser Sintering) (спекание лазером полиамидных порошков и пластика)	Условия эффективного использования SLS машин, материалы для изготовления прототипов.	3	[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.	3	[1], [2], [3], [12], [13], [14]	Защита лабораторной работы
9	3D сканирование в аддитивном производстве. Виды 3D	Виды 3D сканнеров. Расходные материалы. Правила эксплуатации и	3	[1], [2], [3], [12], [13], [14]	Доклад, Презентация

	сканнеров. Реверс инжиниринг.	обслуживании. Особенности проектирования. Создать 3D файл с использованием 3D сканнера по заданной физической модели. Реверс инжиниринг.			
10	Планирование и реализация программ индивидуального и мелкосерийного производства художественно-промышленной продукции, обладающей эстетической ценностью с использованием аддитивных технологий	Определить эффективность использования 3D оборудования. Указать преимущества перед традиционными методами обработки.	3	[1], [2], [3], [12], [13], [14]	Устный опрос
11	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.	2,75	[1], [2], [3], [12], [13], [14]	Устный опрос
12	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.	3	[1], [2], [3], [4], [5], [6], [12], [13], [14]	Доклад, Презентация
13	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]	Письменный опрос, защита лабораторной работы
14	Станки с ЧПУ.	Виды, технические характеристики, особенности применения и эксплуатации. Основы и критерии выбора. Режущий инструмент. Правила эксплуатации и обслуживании. Пре-	2	[1], [2], [11], [12], [13], [14]	Устный опрос

		имущества и недостатки. Область применения. Особенности применения для ювелирно-художественных производств.			
	Зачет.	Повторение изученного материала.	3	[1] – [14]	Выполнение тестового задания
	ИТОГО:		39,75		

6.2. Тематика и задания для лабораторных занятий

1. 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.

2. 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.

3. 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 при необходимости доработать в 3-D программе.

4. Проектирование ювелирных изделий.

Задание:

Ознакомиться с алгоритмом проведения операции по внедрению в производство новых моделей. Ознакомление с интерфейсом программы 3-D моделирования Rhinoceros. Построить 3-D модель из стандартных фигур. Импортировать модель в STL формат.

5. 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.

6. DOD принтер Solidscape 3Z MAX2. Подготовка стола под печать.

Задание:

Ознакомиться с принтером Solidscape 3Z MAX2, его характеристиками и возможностями печати. Расставить в программе 3Z works 3D модели на столе принтера так, чтоб время печати было минимально.

7. 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.

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

Наименование	Количество/ссылка на электронный 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. - 375 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-16-011376-0	http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=610255
2. Технология ювелирного производства: Учебное пособие / В.П. Луговой. - М.: НИЦ Инфра-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 526 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-16-005653-1, 400 экз.;	http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=304352
3. Материалы и их технологии. 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.; 60x90 1/16. - (ВО: Бакалавриат). (п) ISBN 978-5-16-009531-8, 500 экз.	http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=446097 http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=446098
<i>б) дополнительная:</i>	
4. Товароведение, экспертиза и стандартизация / Ляшко А.А., Ходыкин А.П., Волошко Н.И., - 2-е изд. - М.: Дашков и К, 2017. - 660 с.: ISBN 978-5394-02005-6	http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=414985
5. Березюк, В.Г. Специальные технологии художественной обработки материалов (по литейным 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	http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=511170
6. Грибовский, А.А. Геометрическое моделирование в аддитивном производстве [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Грибовский. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2015. — 49 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/91559 . — Загл. с экрана.	https://e.lanbook.com/book/91559#authors
7 Оценка качественных характеристик и стоимости ювелирных камней. Художественная ценность изделий в ценообразовании: Учебное пособие / Капошко И.А., Березюк В.Г., Синичкин А.М. - Краснояр.: СФУ, 2015. - 124 с.: ISBN 978-5-7638-3328-7	http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=967679
8. Поливанова, Т.М. Товароведение и экспертиза ювелирных товаров: учебное пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Т.М. Поливанова, А.М. Матюшин. — Электрон. дан. — Москва : РТА, 2013. — 152 с.	https://e.lanbook.com/book/74169 .

9. Информационная система предприятия: Учебное пособие/Вдовенко Л. А., 2-е изд., пераб. и доп. - М.: Вузовский учебник, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 304 с.: 60x90 1/16 (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-9558-0329-6	http://znanium.com/catalog/product/501089
10. Евтихийев, Н. Н. Лазерные технологии : учебное пособие / Н. Н. Евтихийев, О. Ф. Очин, И. А. Бегунов. - Долгопрудный : Интеллект, 2020. - 240 с. – ISBN 978-5-91559-281-9	https://znanium.com/catalog/product/1238959
11. Станки с ЧПУ: устройство, программирование, инструментальное обеспечение и оснастка : 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	https://znanium.com/catalog/product/1042121
<i>Периодические издания</i>	
12. Журнал «ЮВЕЛИРУМ»	http://juvelirum.ru/ «(Украшения и новые технологии, дизайн)
13. Журнал «Ювелирное обозрение»	http://www.j-r.ru (Обзоры и аналитика ювелирного рынка, ювелирной моды. Статьи специалистов и экспертов.)
14. Журнал «Art Jewelry»	http://art.jewelrymakingmagazines.com (Много 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» <https://sdo.ksu.edu.ru/enrol/index.php?id=5124>

[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	<u>Оборудование:</u> 3D сканер Scanner Range Vision Premium	–Rhinoceros 5 for Windows Commercial License Key:

учебно-производственная лаборатория технологий прототипирования и лазерной обработки материалов ЦПТ	– 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 3D SENSE – 2 шт; Станок фрезерный 5-ОСЕВОЙ ЧПУ МИРА-Х5 XHD – 1 шт; Станок фрезерный с ЧПУ – 1 шт; Установка лазерная R-EVO/7500 OBC 150 Дж – 1 шт.	RH50-JQG2-18Q0-G9A2-01R0-1R39 (1 лицензия); Open Office, свободно распространяемый офисный пакет с открытым исходным кодом
Учебный корпус Ж, ауд. 102 учебно-производственная лаборатория технологий прототипирования и лазерной обработки материалов ЦПТ	<u>Оборудование:</u> Блок системный DEPO Neos 280 – 1 шт.; МониторDell E2216H – 1 шт.; ПЭВМ в комплекте: Системный блок ПЭВМ Регард AMD FX8300/760G/8GB/500GB/DVDRW/AMD R7 250 2GB/450W; Видеомонитор Philips 223V5LSB2; Клавиатура Gembird KB-8300-R; Координатный манипулятор CROWN CMM-20 – 1 шт.; 3D принтер Solidscape 3Z MAX2 (UNIT 3Z MAX2 WITH SHIP KIT 3Z MAX2 230V) –1 шт.; Гравировально-фрезерная машина марки Roland MDX-15 – 1 шт.; Принтер 3D Wanhao Duplicator 4x DH – 1 шт.	Open Office, свободно распространяемый офисный пакет с открытым исходным кодом
Учебный корпус Ж, ауд. 103 учебно-производственная лаборатория технологий прототипирования и лазерной обработки материалов ЦПТ	Станок токарный 16К20 – 1 шт; Станок вертикально-сверлильный 2Н135 – 1 шт; Станок широкоформатный гравировально-фрезерный 3D с ЧПУ Dekart 1530 – 1 шт; Монитор LCD 19" Acer AL 1916Ns – 1 шт; С/блок ПК R-Style Proxima MC731 P4 D945(3/4)/2Gb	Open Office, свободно распространяемый офисный пакет с открытым исходным кодом
Учебный корпус Ж, ауд. 203, коворкинг-центр	Рабочие места студентов: стол – 25 шт., стулья – 27 шт. Рабочее место преподавателя: стол – 1 шт., стул – 1 шт. <u>Технические средства обучения:</u> Проек. BENQ W1070 – 1 шт., Экран на штативе APOLLO-T – 1 шт. ПК – 1 шт.	Open Office, свободно распространяемый офисный пакет с открытым исходным кодом
Учебный корпус Ж, ауд. 212 Компьютерный класс 3D моделирования	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.	Microsoft Windows 7 Pro 64-Bit6 6.1.7601 Strvice Pack 1 Сборка 7601 Код продукта 55041-033-0743527-86704 (25 лицензий); PHSP & PREM Elements (65273439) Certificate Number 15982463 (25 лицензий); License Certificate v100716 Autodesk Education Master Suite 2013; English, International, Autodesk 3ds Max 2021, Serial License 393-13617573 (25

		лицензий); CorelDRAW 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.
--	--	--