

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 Документ подписан простым электронным способом
 Информация о владельце: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 ФИО: Игнатенко Виталий Иванович
 Должность: Проректор по образовательной деятельности и молодежной политике
 Дата подписания: 10.07.2025 10:59:24
 Уникальный программный ключ: «Заполярный государственный университет им. Н.М. Федоровского»
 (ЗГУ)
 a49ae343af5448d45d7e3e1e499659da8109ba78

УТВЕРЖДАЮ
 Проректор по ОД и МП
 _____ Игнатенко В.И.

3D-печать: сплавы и станки

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Металлургии, машин и оборудования**

Учебный план 15.03.02_бак-очн.ИП-2025+.plx
 Направление подготовки: Технологические машины и оборудование

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану	108	Виды контроля в семестрах:
в том числе:		зачеты 6
аудиторные занятия	32	
самостоятельная работа	58	
часов на контроль	18	

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
Неделя	16			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	16	16	16	16
Практические	16	16	16	16
В том числе инт.	8	8	8	8
Итого ауд.	32	32	32	32
Контактная работа	32	32	32	32
Сам. работа	58	58	58	58
Часы на контроль	18	18	18	18
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

Рабочая программа дисциплины

3D-печать: сплавы и станки

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование (приказ Минобрнауки России от 09.08.2021 г. № 728)

составлена на основании учебного плана:

Направление подготовки: Технологические машины и оборудование

утвержденного учёным советом вуза от 01.01.2025 протокол № 00-00.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Металлургии, машин и оборудования

Протокол от 07.05.2025г. № 2

Срок действия программы: 2025-2029 уч.г.

Зав. кафедрой к.т.н., доцент Крупнов Л.В.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

к.т.н., доцент Крупнов Л.В. _____ 2026 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры
Металлургии, машин и оборудования

Протокол от _____ 2026 г. № ____
Зав. кафедрой к.т.н., доцент Крупнов Л.В.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

к.т.н., доцент Крупнов Л.В. _____ 2027 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры
Металлургии, машин и оборудования

Протокол от _____ 2027 г. № ____
Зав. кафедрой к.т.н., доцент Крупнов Л.В.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

к.т.н., доцент Крупнов Л.В. _____ 2028 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры
Металлургии, машин и оборудования

Протокол от _____ 2028 г. № ____
Зав. кафедрой к.т.н., доцент Крупнов Л.В.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

к.т.н., доцент Крупнов Л.В. _____ 2029 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2029-2030 учебном году на заседании кафедры
Металлургии, машин и оборудования

Протокол от _____ 2029 г. № ____
Зав. кафедрой к.т.н., доцент Крупнов Л.В.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1	Формирование знаний о материалах (в первую очередь – металлических сплавах), используемых в аддитивных технологиях, а также об устройстве, типах и принципах работы 3D-принтеров, ориентированных на металлическую и полимерную печать.
1.2	Задачи дисциплины:
1.3	Изучить физико-химические свойства сплавов, применяемых в 3D-печати.
1.4	Ознакомиться с основными типами промышленных и настольных аддитивных установок.
1.5	Изучить технологии FDM, LCD, SLA, DLP, SLM, SLS и другие.
1.6	Разобраться в совместимости материалов с различными технологиями и принтерами.
1.7	Сформировать практические навыки выбора станка и сплава под техническое задание.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП	
Цикл (раздел) ООП:	Б1.О
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Современные виды САПР
2.1.2	Введение в инжиниринг и реинжиниринг
2.1.3	Современные виды САПР
2.1.4	Введение в инжиниринг и реинжиниринг
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Инновационные технологии изготовления деталей
2.2.2	Организация и проведение технического обслуживания и ремонта аддитивных установок
2.2.3	Инновационные технологии изготовления деталей
2.2.4	Организация и проведение технического обслуживания и ремонта аддитивных установок

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ОПК-6.1: Способен осуществлять профессиональную деятельность, используя знания в области информационных технологий и библиографической культуры	
Знать:	
Уметь:	
Владеть:	

УК-1.1: Выявляет проблемы и анализирует пути их решения, решает практико-ориентированные задачи	
Знать:	
Уметь:	
Владеть:	

УК-1.2: Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки	
Знать:	
Уметь:	
Владеть:	

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.2	Уметь:
3.3	Владеть:

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)							
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте пакт.	Примечание
	Раздел 1. Металлы и сплавы в 3D-печати						
1.1	Требования к материалам для аддитивных технологий /Лек/	6	2	УК-1.1 УК-1.2 ОПК-6.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2	1	

1.2	Обзор металлических порошков и сплавов (Ti, Al, Ni и др.) /Лек/	6	2	УК-1.1 УК-1.2 ОПК-6.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2	1	
1.3	Порошковая металлургия: структура, granulometria, плотность /Лек/	6	2	УК-1.1 УК-1.2 ОПК-6.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2	1	
1.4	Подбор материалов под нагрузку, термическое и химическое воздействие /Пр/	6	2	УК-1.1 УК-1.2 ОПК-6.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2	0	
Раздел 2. Полимерные и композитные материалы							
2.1	FDM, PLA, ABS, PETG, TPU – свойства и совместимость /Лек/	6	2	УК-1.1 УК-1.2 ОПК-6.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2	1	
2.2	Сополимерные и инженерные пластики (PC, Nylon, CF и др.) /Лек/	6	2	УК-1.1 УК-1.2 ОПК-6.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2	1	
2.3	Смолы для LCD и SLA принтеров. Фотоинициаторы, отверждение /Лек/	6	2	УК-1.1 УК-1.2 ОПК-6.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2	1	
2.4	Тестирование прочностных свойств образцов /Пр/	6	2	УК-1.1 УК-1.2 ОПК-6.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2	0	
Раздел 3. 3D-принтеры: типы и принципы работы							
3.1	Классификация 3D-принтеров: FDM, LCD, SLA, SLM, SLS, Binder Jetting /Лек/	6	2	УК-1.1 УК-1.2 ОПК-6.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2	1	
3.2	Компоновка узлов, систем подачи, нагрева, охлаждения /Лек/	6	2	УК-1.1 УК-1.2 ОПК-6.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2	1	
3.3	Изучение интерфейса и ПО станков кафедры /Пр/	6	2	УК-1.1 УК-1.2 ОПК-6.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2	0	
3.4	Подготовка моделей, калибровка, первая печать /Пр/	6	2	УК-1.1 УК-1.2 ОПК-6.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2	0	
Раздел 4. Практика работы с оборудованием							
4.1	Практика печати на FDM-принтере CreatBot F430 /Пр/	6	2	УК-1.1 УК-1.2 ОПК-6.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2	0	
4.2	Практика печати на LCD-принтерах Elegoo и Anycubic /Пр/	6	2	УК-1.1 УК-1.2 ОПК-6.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2	0	
4.3	Практика печати на SLA-принтере Phrozen Mega 8K /Пр/	6	2	УК-1.1 УК-1.2 ОПК-6.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2	0	

4.4	Сравнение результатов печати, выводы /Пр/	6	2	УК-1.1 УК-1.2 ОПК-6.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2	0	
4.5	Подготовка к лекционным и практическим занятиям /Ср/	6	58	УК-1.1 УК-1.2 ОПК-6.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2	0	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы и задания

5.2. Темы письменных работ

Темы рефератов:

Подготовка презентации по выбору технологии под изделие

Обзор рынка металлических 3D-принтеров (EOS, SLM Solutions, Trumpf)

Реферат о биосовместимых материалах для медицины

Исследование параметров печати и их влияния на качество

Сравнение термических свойств FDM и SLA-образцов

5.3. Фонд оценочных средств

5.4. Перечень видов оценочных средств

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие, размещение	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Каменев, С. В., Романенко, К. С.	Технологии аддитивного производства: учебное пособие https://www.iprbookshop.ru/71339.html	Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017	1
Л1.2	Каменев, С. В., Романенко, К. С.	Технологии аддитивного производства: учебное пособие для спо https://www.iprbookshop.ru/92180.html	Саратов: Профобразование, 2020	1
Л1.3	Попович, А. А., Суфияров, В. Ш., Разумов, Н. Г., Борисов, Е. В., Масайло, Д. В., Гончаров, И. С.	Материалы и аддитивные технологии. Современные материалы для аддитивных технологий: учебное пособие https://www.iprbookshop.ru/116134.html	Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2021	1
Л1.4	Горунов А. И.	Аддитивные технологии и материалы: учебное пособие https://e.lanbook.com/book/144008	Казань: КНИТУ-КАИ, 2019	1
Л1.5	Руктуев А. А., Лазуренко Д. В., Колубаев Е. А., Огнева Т. С., Малютин Ю. Н.	Технологии аддитивного производства: учебное пособие https://e.lanbook.com/book/404396	Новосибирск: НГТУ, 2023	1

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие, размещение	Издательство, год	Колич-во
Л2.1	Лисяк, В. В.	Основы компьютерной графики: 3D-моделирование и 3D-печать: учебное пособие https://www.iprbookshop.ru/117159.html	Ростов-на-Дону, Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2021	1

	Авторы, составители	Заглавие, размещение	Издательство, год	Колич-во
Л2.2	Евсеев А. Н., Ефременков И. В.	Моделирование, 3D-печать и оценка полученной реплики с помощью измерительных инструментов и КИМ ТЗ: в 3 ч. Ч. 3 https://e.lanbook.com/book/199562	Ульяновск: УлГУ, 2021	1
6.3.1 Перечень программного обеспечения				
6.3.1.1	MS Windows 7 (Номер лицензии 62693665 от 19.11.2013)			
6.3.1.2	MS Windows XP (Номер лицензии 62693665 от 19.11.2013)			
6.3.1.3	Компас-3D v12 (Номер лицензионного соглашения Кк-10-01126)			
6.3.1.4	ArchiCAD 15 (версия для образовательных учреждений)			
6.3.1.5	Blender			
6.3.2 Перечень информационных справочных систем				

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
7.1	420 аудитория - для практических и самостоятельных работ
7.2	Видеопроектор Toshiba TDP-T350
7.3	Экран с электроприводом
7.4	Персональный компьютер офисный Think Cen-tre M70e – 1 шт.;
7.5	Персональный компьютер офисный Think Cen-tre M71e – 10 шт.;
7.6	Монитор 19,0 LCD Think Vision – 11 шт.
7.7	608 аудитория - для практических и самостоятельных работ (37 посадочных мест)
7.8	- интерактивный проектор;
7.9	- ПК для студентов (13 штук).

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Для успешного освоения учебного материала студенту необходимо ясно понимать значимость и место дисциплины в его профессиональной подготовке и активно участвовать во всех видах учебного процесса. Учебным планом предусмотрена контактная и самостоятельная работа обучающегося. Контактная работа включает лекционные и практические занятия, коллективные и индивидуальные консультации. Обязательная самостоятельная работа обеспечивает подготовку студента к текущим аудиторным занятиям. Результаты этой подготовки проявляются в активности студента на занятиях, выполнении контрольных работ, тестовых заданий и других форм текущего контроля. Текущая самостоятельная работа по дисциплине включает в себя следующие виды работ: работа с лекционным материалом; подготовка к практическим занятиям; изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку; подготовка к проверочным и контрольным работам. Дополнительная самостоятельная работа (участие в научных студенческих конференциях и олимпиадах; написание реферата по заданной теме) направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие аналитических навыков по учебной дисциплине. Подведение итогов и оценка результатов таких форм самостоятельной работы осуществляется во время контактных часов с преподавателем. На лекционных занятиях необходимо внимательно слушать преподавателя, подробно и аккуратно вести конспект, который дополняется и корректируется в процессе самостоятельной проработки материала. Практические занятия предусмотрены для формирования умений и навыков применения теории на практике, решения типовых задач. На практических занятиях необходимо активно участвовать в учебном процессе, при необходимости задавать вопросы преподавателю. Текущий контроль проводится в виде: опроса на занятиях, проверочных и контрольных работ по темам и разделам дисциплины. Для подготовки к проверочной работе необходимо проработать теоретический материал по данному разделу и практическое применение материала на конкретных задачах, ответить на контрольные вопросы. Для реализации самостоятельной работы созданы следующие условия и предпосылки: – студенты обеспечены информационными ресурсами в библиотеке ЗГУ (учебниками, учебными пособиями, банком индивидуальных заданий); – студенты обеспечены информационными ресурсами в локальной сети ЗГУ (в электронном виде выставлено методическое обеспечение дисциплины); – студент имеет возможность заранее (с опережением) подготовиться к занятию, попытаться ответить на контрольные вопросы, и обратиться за помощью к преподавателю в случае необходимости; – разработаны контролирующие материалы в тестовой форме, позволяющие оперативно оценить уровень подготовки студентов; – организованы еженедельные консультации. Подготовка к зачету с оценкой включает проработку теоретического материала, ответы на вопросы, разбор и самостоятельное решение типовых задач по дисциплине. Критерии оценки ответа студента: Оценка «отлично» выставляется, если студент умеет соединять знания из различных разделов курса, умеет

прокомментировать излагаемый вопрос, умеет устанавливать связь теоретических представлений с результатами практической работы. Полно, правильно и логически безупречно излагает теоретический материал, может обосновать свои суждения. Владеет необходимым понятийным аппаратом. Способен объяснить суть физического явления, процесса, технологического приёма, принцип действия устройства. Без затруднений применяет теоретические знания при анализе конкретных задач и вопросов. Свободно подбирает (составляет сам) примеры, иллюстрирующие теоретические положения. Сопровождает ответ сведениями по истории вопроса; знает основную литературу по своему вопросу.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если студент хорошо владеет теорией вопроса; видит взаимосвязь различных разделов курса, может их объяснить. Может найти примеры, иллюстрирующие ответ. Хорошо владеет технической терминологией, в случае неверного употребления термина может сам исправить ошибку. В основном полно, правильно и логично излагает теоретический материал, может обосновать свои суждения. Применяет теоретические знания при анализе фактического материала, может приводить собственные примеры, иллюстрирующие теоретические положения. Допускается 1-2 недочета в изложении и речевом оформлении ответа. Демонстрирует хороший уровень понимания вопросов по теме.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если студент правильно воспроизводит основные положения вопроса, демонстрирует понимание этих положений, иллюстрирует их примерами. Умеет использовать знания при характеристике фактического материала. В то же время, в ответе могут присутствовать следующие недочеты:

- а) допускает неточности в определении понятий, терминов, законов (но исправляет их при помощи наводящих вопросов экзаменатора);
- б) излагает материал недостаточно полно;
- в) не может достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения;
- г) излагает материал недостаточно последовательно;
- д) допускает ошибки в речи. Проявляет ассоциативные знания лишь при условии наводящих вопросов экзаменатора. С трудом соотносит теорию вопроса с практическим примером, подтверждающим правильность теории. Дает неверные примеры, путается при изложении существа излагаемого факта. Слабо владеет профессиональной терминологией, допускает ошибки и не умеет их исправить самостоятельно.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если студент не понимает суть вопроса, механически повторяет текст лекций или учебника, не умеет найти нужное подтверждение в защиту или опровержение определённой позиции, не знает, не умеет соотнести теорию с практикой. Не владеет терминологией, подменяет одни понятия другими. Не понимает сути наводящих вопросов.