Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Крюков Вадим Николаевич
Должность: Проректор по образовательной деятельности и молодежной политике
Дата подписания: 27.10.2026 11:12:40
Уникальный программный ключ:
1b0adb7fd710f6a0705d90c58682bd8e5f2f25b2

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Заполярный государственный университет им. Н.М. Федоровского»
(ЗГУ)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по ОД и МП

_____ Крюков В.Н.

ВВЕДЕНИЕ В ИНЖИНИРИНГ И РЕИНЖИНИРИНГ

рабочая программа дисциплины (модуля)

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

Учебный план 15.03.02_бак-очн.ИП-2026+.plx
Направление подготовки: Технологические машины и оборудование

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **2 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 72
в том числе:
аудиторные занятия 36
самостоятельная работа 27
часов на контроль 9

Виды контроля в семестрах:
зачеты 1

Распределение часов дисциплины по

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	1 (1.1)		Итого	
Недель	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	18	18	18	18
Практические	18	18	18	18
В том числе инт.	20	20	20	20
Итого ауд.	36	36	36	36
Контактная работа	36	36	36	36
Сам. работа	27	27	27	27
Часы на контроль	9	9	9	9

Итого	72	72	72	72

Программу составил(и):

кандидат технических наук Доцент Лаговская Е.В. _____

Рабочая программа дисциплины

Введение в инжиниринг и реинжиниринг

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. №

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Металлургии, машин и оборудования

Протокол от 10.06.2026г. № 11
Срок действия программы: 2026-2030 уч.г.
ИО Зав. кафедрой к.т.н., доцент Лаговская Е.В.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

ИО Зав. кафедрой к.т.н., доцент Лаговская Е.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 10.06.2026г. № 11
Срок действия программы: 2026-2029 уч.г.
ИО Зав. кафедрой к.т.н., доцент Лаговская Е.В.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

ИО Зав. кафедрой к.т.н., доцент Лаговская Е.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

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

ИО Зав. кафедрой к.т.н., доцент Лаговская Е.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

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

ИО Зав. кафедрой к.т.н., доцент Лаговская Е.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

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1	Дисциплина «Введение в инжиниринг и реинжиниринг» направлена на ознакомление студентов с основными концепциями, методами и инструментами инжиниринга и реинжиниринга бизнес-процессов.
1.2	Целью этой дисциплины является формирование у обучающихся понимания того, как в свете последней промышленной революции современные организации могут эффективно проектировать, улучшать и оптимизировать свои процессы используя, в том числе инжиниринг и реинжиниринг, для достижения высоких результатов.
1.3	Задачи:
1.4	1. Знакомство с концепциями производств будущего: «Умные фабрики», виртуальные фабрики, цифровые фабрики
1.5	2. Знакомство с основными тенденциями развития производств в ведущих технологических компаниях мира и России
1.6	3. Знакомство с современными тенденциями и технологиями – обсуждение актуальных трендов в области, цифровизации и использования IT-технологий для поддержки инжиниринга и реинжиниринга.
1.7	4. Формирование базовых знаний о понятиях инжиниринга и реинжиниринга – дать студентам представление об основных терминах, принципах и подходах к проектированию и оптимизации
1.8	5. Подготовка к практической деятельности – предоставить студентам знания и навыки, необходимые для работы с 3Д-печатью.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП	
Цикл (раздел) ООП:	Б1.О
2.1	**Требования к предварительной подготовке обучающегося:**
2.2	**Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:**
2.2.1	Начертательная геометрия и инженерная графика
2.2.2	Введение в 3D-сканирование
2.2.3	Детали машин
2.2.4	3D-печать: сплавы и станки

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
УК-6.1: Определяет задачи саморазвития и профессионального роста, выстраивая временную траекторию их достижения	
Знать:	
Уровень 1	основные направления саморазвития и профессионального роста в сфере инжиниринга: Понимание ключевых областей знаний и навыков, необходимых для успешного карьерного роста
Уметь:	
Уровень 1	использовать ресурсы для самообразования, находить и использовать подходящие образовательные материалы, курсы и другие источники информации.
Владеть:	
Уровень 1	мотивацией к постоянному развитию: Внутренним стремлением к самосовершенствованию и профессиональному росту.

УК-1.1: Выявляет проблемы и анализирует пути их решения, решает практико-ориентированные задачи	
Знать:	
Уровень 1	основные методы выявления проблем в инженерных системах и процессах, современные инструменты и технологии для моделирования и прогнозирования решений.
Уметь:	
Уровень 1	проводить сбор и анализ данных для поиска причин возникновения проблем, использовать современные программные средства для моделирования и симуляции процессов.
Владеть:	

Уровень 1	навыками использования современных инструментов и технологий для решения инженерных

УК-1.2: Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки	
Знать:	
Уровень 1	какие критерии могут использоваться для оценки достоинств и недостатков различных вариантов (стоимость, надежность, безопасность, экологичность, производительность и т.п.).
Уметь:	
Уровень 1	предлагать несколько вариантов решения одной и той же задачи, анализировать и выбирать
Владеть:	
Уровень 1	знаниями о специализированных программных средствах для моделирования и анализа

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	**Знать:**
3.1.1	современные тенденции и вызовы в профессии: Актуальные изменения в индустрии, новые технологии и методы, которые необходимо освоить для поддержания конкурентоспособности современных
3.2	**Уметь:**
3.2.1	проводить сравнительный анализ применяемых технологий и вариантов решения поставленных производственных задач
3.3	**Владеть:**
3.3.1	званиями о специализированных программных средствах для моделирования и анализа инженерных

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 1. ПРОМЫШЛЕННЫЕ РЕВОЛЮЦИИ. ПРИЧИНЫ И ПОСЛЕДСТВИЯ						
1.1	Введение /Лек/	1	1	УК-1.1 УК-1.2 УК-6.1		0,5	
1.2	Виды промышленных революций. Industrie 4.0. /Лек/	1	3	УК-1.1 УК-1.2 УК-6.1	Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	0,5	
1.3	Обсуждение изученного в разделе материала /Пр/	1	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-6.1		1	
	Раздел 2. ПРОИЗВОДСТВО БУДУЩЕГО. ФАБРИКИ БУДУЩЕГО						
2.1	«Умные фабрики», виртуальные фабрики, цифровые фабрики	1	1	УК-1.1 УК-1.2 УК-6.1	Э8	0,5	
2.2	Развитие производств будущего в ведущих технологических компаниях мира /Лек/	1	1	УК-1.1 УК-1.2 УК-6.1		0,5	
2.3	Российские программы по развитию передовых производственных технологий	1	1	УК-1.1 УК-1.2 УК-6.1		0,5	
2.4	Создание фабрик будущего в рамках национальной технологической инициативы	1	1	УК-1.1 УК-1.2 УК-6.1		0,5	
2.5	Обсуждение изученного в разделе материала /Пр/	1	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-6.1		1	
	Раздел 3. ЦИФРОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ. РЕВЕРС-ИНЖИНИРИНГ						
3.1	Цифровое проектирование и моделирование. CAD/CAM/CAE-системы /Лек/	1	1	УК-1.1 УК-1.2 УК-6.1		0,5	

3.2	Понятие реверс-инжиниринга, его преимущества, основные этапы. Реверс инжиниринг как инструмент импортозамещения	1	1	УК-1.1 УК-1.2 УК-6.1		0,5	
3.3	CAD-файлы, CAD-модели, 3D-сканирование и CAD-системы	1	0,5	УК-1.1 УК-1.2 УК-6.1		0,5	
3.4	Реверс-инжиниринг изделий и деталей /Лек/	1	0,5	УК-1.1 УК-1.2 УК-6.1		0,5	
	Раздел 4. АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ						
4.1	Формообразование детали /Лек/	1	1	УК-1.1 УК-1.2 УК-6.1		0,5	
4.2	История аддитивного производства /Лек/	1	1	УК-1.1 УК-1.2 УК-6.1	Э9 Э10	0,5	
4.3	Виды, преимущества и недостатки аддитивных	1	1	УК-1.1 УК-1.2 УК-6.1	Э9 Э10	1	
4.4	Обсуждение изученного в разделе материала /Пр/	1	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-6.1		1	
	Раздел 5. АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗГУ						
5.1	FDM-печать /Лек/	1	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-6.1		1	
5.2	LCD-технология /Лек/	1	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-6.1		2	
5.3	Обсуждение изученного в разделе материала /Пр/	1	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-6.1		1	
	Раздел 6. РАБОТА В						
6.1	Слайсер Chitubox /Пр/	1	4	УК-1.1 УК-1.2 УК-6.1		2	
6.2	Слайсер принтера Elegoo /Пр/	1	3	УК-1.1 УК-1.2 УК-6.1		2	
6.3	Слайсер принтера Anycubic /Пр/	1	3	УК-1.1 УК-1.2 УК-6.1		2	
6.4	Изучение учебного материала, подготовка к итоговому	1	27			0	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы и задания

1. Что такое промышленная революция? В чем её отличие от технологической революции?
2. Привести краткое описание промышленных революций
3. С какой целью в изучаемой дисциплине представлен материал по изучению Промышленных революций?
4. Что такое концепция «Индустрия 4.0» (Industrie 4.0) и какие сквозные цифровые технологии отличают четвертую промышленную революцию от предыдущих этапов развития промышленности?
5. В чем заключаются принципиальные технологические различия между цифровыми (Digital), «умными» (Smart) и виртуальными (Virtual) фабриками в концепции передового производства?
6. Какую роль играют отечественные программы по развитию передовых производственных технологий (ППТ) и проекты Национальной технологической инициативы (НТИ) в формировании фабрик будущего в России?
7. Как взаимосвязаны между собой CAD, CAM и CAE-системы в рамках единого сквозного цикла цифрового проектирования и моделирования современного изделия?
8. Каковы основные этапы процесса реверс-инжиниринга (обратного проектирования) и за счет чего этот инструмент позволяет решать критические задачи импортозамещения в машиностроении? \
9. Каким образом данные облака точек или полигональной сетки (STL/OBJ), полученные в результате 3D-сканирования, преобразуются в твердотельную параметрическую CAD-модель (STEP/IGES) в процессе реверс-инжиниринга?
10. С какими основными погрешностями и дефектами геометрии сталкивается инженер при обратном проектировании изношенных или деформированных натурных деталей, и как они компенсируются в CAD-системе?
11. В чем заключается принципиальное отличие аддитивного метода формообразования деталей от традиционных субтрактивных (механообработка) и субстантивных (литье, штамповка) методов?
12. Какие ключевые исторические вехи и технологические прорывы конца XX века привели к переходу аддитивного производства от стадии быстрого прототипирования (Rapid Prototyping) к созданию функциональных изделий?

13. Сформулируйте главные технико-экономические преимущества и недостатки аддитивных технологий при производстве деталей сложной геометрической формы по сравнению с классическим литьем.
14. Каковы физико-механические особенности формирования слоев в технологии FDM/FFF-печати, и какие параметры процесса сильнее всего влияют на прочность детали по оси Z?
15. В чем заключается физический принцип LCD-технологии (MSLA) фотополимерной печати, и за счет чего она обеспечивает более высокую скорость изготовления мелких деталей по сравнению с классической лазерной стереолитографией (SLA)?
16. По каким критериям в слайсере Chitubox (или аналогах от Elegoo/Anycubic) выбирается оптимальная ориентация фотополимерной детали на платформе и задается угол наклона относительно LCD-матрицы?
17. Какие типы поддержек (тяжелые, средние, легкие) и параметры их контакта с моделью необходимо настроить в слайсере для предотвращения отрыва детали от платформы в процессе генерации слоев?
18. Как параметры «время засветки первых слоев» (Bottom Exposure Time) и «высота подъема оси» влияют на адгезию модели к печатной платформе в слайсерах для LCD-принтеров Anycubic и Elegoo?
19. Какие типы 3D-сканеров (оптические структурированного света или лазерные) целесообразно использовать для реверс-инжиниринга крупногабаритных деталей горного оборудования, и как на точность сканирования влияют оптические свойства поверхности (блеск, черный цвет)?
20. В чем разница между «прямым» (параметрическим) реверс-инжинирингом с созданием дерева построения в CAD и «автоматическим скиннингом» (auto-surfacing)? В каких случаях применяется каждый из подходов?
21. С какими физическими дефектами (например, деламинация, усадка, «слоновья нога») чаще всего сталкиваются при эксплуатации FDM и LCD 3D-принтеров, и какими конструкторско-технологическими методами их минимизируют?
22. Какие требования предъявляются к постобработке деталей после LCD-печати (промывка в изопропиловом спирте, финальная УФ-дозасветка), и как несоблюдение этих режимов влияет на остаточные напряжения и хрупкость материала?
23. Какую роль в слайсерах для LCD-печати (Chitubox/Anycubic Photon Workshop) играет функция перфорации и создания дренажных отверстий (Hollow & Hole) для полностью замкнутых полых моделей? Что произойдет, если эти отверстия не предусмотреть?
24. Как в слайсерах настраивается параметр скорости подъема платформы (Lift Speed), и почему слишком высокая скорость на первых этапах отрыва слоя от высокоэластичной FEP/PFA-пленки ванны может привести к браку печати?
25. Каким образом функции сглаживания (Anti-aliasing) и размытия (Blur) в настройках слайсеров Elegoo или Chitubox влияют на пикселизацию краев модели и итоговую шероховатость наклонных поверхностей LCD-детали?

5.2. Темы письменных работ

Программой не предусмотрено

5.3. Фонд оценочных средств

Для текущего контроля разработаны тесты по темам изучаемой дисциплины.
Критерии оценки знаний студентов при проведении тестирования.
• Оценка «отлично» выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем 80% тестовых заданий;
• Оценка «хорошо» выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем 60% тестовых заданий;
• Оценка «удовлетворительно» выставляется при условии правильного ответа студента не менее 45%.

5.4. Перечень видов оценочных средств

Контрольные задания, текущая аттестация, промежуточная аттестация, тесты, устные опросы.

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

6.1. Рекомендуемая литература

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Агамирзян И. Р. Третья промышленная революция: начало URL: https://republic.ru/biz/1009644/
Э2	Роберт Дж. Гордон. Вниз с вершины. URL:
Э3	Погребинская В.А. Вторая промышленная революция. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vtoraya-promyshlennaya -revolyutsiya
Э4	Щедровицкий П.Г.. Новая промышленная революция уже произошла. URL: wiki.runet-id.com/media/files/ab14318bb0a4f89d4e4a21d8c55c44a5/3789-03.pdf
Э5	Новая технологическая революция: вызовы и возможности: https://csr.ru/wp-content/uploads/2017/10/novaya- tehnologicheskaya-revolutsiya-2017-10-13.pdf
Э6	Промышленная революция URL: https://postnauka.ru/faq/48275
Э7	Россия 4.0: четвертая промышленная революция как стимул глобальной конкурентоспособности. URL: http://tass.ru/pmef-2017/articles/4277607
Э8	Цифровое производство. Методы, экосистемы, технологии. Глава 2 Новая парадигма цифрового проектирования и моделирования глобально конкурентоспособной продукции нового поколения URL:

Э9	Зленко М.А., Попович А.А., Мутылина И.Н. Аддитивные технологии в машиностроении: Учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки магистров «Технологические машины и оборудование URL:https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1738478386&tld=ru&lang=ru&name=3548.pdf&text=%D0%97%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE% 20%D0%9C.%D0%90.%20%D0%9D%D0%B0%D0%B3%D0%B0%D0%B9%D1%86%D0%B5%D0%B2%20%D0%
Э10	Шкуро А.Е., Кривоногов П.С. Технологии и материалы 3D-печати [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.Е. Шкуро, П.С. Кривоногов. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2017. https://elar.usfeu.ru/bitstream/123456789/6617/1/Shkuro.pdf?ysclid=m6n9kf9eqb6315378

6.3.1 Перечень программного обеспечения

6.3.1.	MS Windows 7 (Номер лицензии 62693665 от 19.11.2013)
6.3.1.	ПО приобретенных ЗГУ 3Д-сканеров и 3Д-принтеров

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	Электронно-библиотечная система «Лань» https://e.lanbook.com
6.3.2.2	Электронно-библиотечная система «Юрайт» www.biblio-online.ru
6.3.2.3	Электронная библиотека технического вуза («Консультат студента») www.studentlibrary.ru

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1	Образовательный процесс реализуется в компьютерном классе и лекционной аудитории. Лекционная аудитория снабжена современными техническими средствами обучения: видеопроектор; персональные компьютеры. Для проведения практических занятий на кафедре имеется ноутбуки, 3D-сканеры, 3Д-принтеры ЗГУ

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 включает проработку теоретического материала, ответы на вопросы, разбор и самостоятельное решение типовых задач по дисциплине.