

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор по образовательной  
деятельности

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1161342	Моделирование и САПР аддитивных технологий, высокотемпературных соединений, покрытий

Екатеринбург

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Процессы малой металлургии	<b>Код ОП</b> 1. 22.04.02/33.03
<b>Направление подготовки</b> 1. Металлургия	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 22.04.02

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Злыгостев Сергей Николаевич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	литейного производства и упрочняющих технологий
2	Финкельштейн Аркадий Борисович	доктор технических наук, доцент	Профессор	литейного производства и упрочняющих технологий

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Моделирование и САПР аддитивных технологий, высокотемпературных соединений, покрытий

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Содержание модуля включает изучение вопросов математической формализации технологических задач, подготовки их к численному решению с помощью вычислительных систем в современных пакетах прикладных программ как универсальной, так и узкоспециализированной направленности. Ставится цель формирования устойчивых навыков проектирования аддитивных технологий, высокотемпературных соединений, покрытий. Рассматриваются современные подходы к моделированию на основе численных методов, а именно конечных разностей, конечных элементов. По полученной модели проводится коррекция технологического процесса и технологические параметры аддитивных технологий, высокотемпературных соединений, покрытий. В результате студенты получают надежный инструмент для комплексного анализа производственных процессов и объектов в области аддитивных технологий, высокотемпературных соединений, покрытий, который можно использовать в проектировании литых деталей и оснастки в САПР. Используя знания программных комплексов моделирования литейных процессов, можно проводить: - анализ процессов, технологий и продуктов в области аддитивных технологий, высокотемпературных соединений, покрытий с применением методов моделирования; - проектирование для комплексного анализа производственных процессов и объектов в области аддитивных технологий, высокотемпературных соединений, покрытий; - мероприятия по контролю и повышению качества продукции с применением методов моделирования.

## 1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	САПР аддитивных технологий, высокотемпературных соединений, покрытий	6
2	Моделирование аддитивных технологий, производства высокотемпературных соединений, покрытий	6
3	Проектирование оснастки для аддитивных технологий, высокотемпературных соединений, покрытий	6
ИТОГО по модулю:		18

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

#### 1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
<p>Моделирование аддитивных технологий, производства высокотемпературных соединений, покрытий</p>	<p>УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий, в том числе в цифровой среде</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание основных методов системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций</p> <p>З-2 - Определять этапы разработки стратегии действий, в том числе в цифровой среде, и методы решения проблемных ситуаций</p> <p>У-1 - Выявлять проблемные ситуации, используя методы системного подхода и критического анализа</p> <p>У-2 - Обосновывать выбор стратегии для достижения поставленной цели, в том числе в цифровой среде, с учетом ограничений, рисков и моделируемых результатов</p> <p>У-3 - Анализировать проблемную ситуацию, выявлять и определять способы ее разрешения</p> <p>П-1 - Использовать эффективные стратегии действий для решения проблемной ситуации, в том числе в цифровой среде, с учетом оценки ограничений, рисков и моделируемых результатов</p> <p>П-2 - Использовать методы критического анализа и системного подхода в разработке стратегии действий для решения проблемных ситуаций, в том числе в цифровой среде</p>
	<p>УК-2 - Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла</p>	<p>У-3 - Анализировать и оценивать риски и результаты проекта на каждом этапе его реализации и корректировать проект в соответствии с критериями, ресурсами и ограничениями</p> <p>П-2 - Выбирать оптимальные способы решения конкретных задач проекта на каждом этапе его реализации на основе</p>

		анализа и оценки рисков и их последствий с учетом ресурсов и ограничений
УК-7 - Способен обрабатывать, анализировать, передавать данные и информацию с использованием цифровых средств для эффективного решения поставленных задач с учетом требований информационной безопасности		<p>З-3 - Сделать обзор современных цифровых средств и технологий, используемых для обработки, анализа и передачи данных при решении поставленных задач</p> <p>У-2 - Выбирать современные цифровые средства и технологии для обработки, анализа и передачи данных с учетом поставленных задач</p> <p>П-2 - Решать поставленные задачи, используя эффективные цифровые средства и средства информационной безопасности</p>
ОПК-1 - Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и комплексные задачи, применяя фундаментальные знания.		<p>З-1 - Соотносить проблемную область с соответствующей областью фундаментальных и инженерных наук</p> <p>З-2 - Привести примеры терминологии, принципов, методологических подходов и законов фундаментальных и инженерных наук, применимых для формулирования и решения задач проблемной области знания</p> <p>У-1 - Использовать для формулирования и решения задач проблемной области терминологию, основные принципы, методологические подходы и законы фундаментальных и инженерных наук</p> <p>У-2 - Критически оценить возможные способы решения задач проблемной области, используя знания фундаментальных и инженерных наук</p>
ОПК-2 - Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа.		<p>З-1 - Сделать обзор основных методов моделирования и математического анализа, применимых для формализации и решения задач профессиональной деятельности</p> <p>З-2 - Характеризовать сферы применения и возможности пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Самостоятельно сформулировать задачу области профессиональной деятельности, решение которой требует использования методов моделирования и математического анализа</p>

		<p>У-2 - Использовать методы моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Решать самостоятельно сформулированные практические задачи, относящиеся к профессиональной деятельности методами моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ</p> <p>Д-1 - Проявлять ответственность и настойчивость в достижении цели</p>
	<p>ОПК-3 - Способен планировать и проводить комплексные исследования и изыскания для решения инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов.</p>	<p>У-1 - Собирать и анализировать научно-техническую информацию для оптимального планирования исследования и изыскания</p> <p>П-1 - Выполнять в рамках поставленного задания экспериментальные комплексные научно-технические исследования и изыскания для решения инженерных задач в области профессиональной деятельности, включая обработку, интерпретацию и оформление результатов</p> <p>Д-1 - Проявлять умение видеть детали, упорство, аналитические умения</p>
	<p>ОПК-7 - Способен планировать и управлять жизненным циклом инженерных продуктов и технических объектов, включая стадии замысла, анализа требований, проектирования, изготовления, эксплуатации, поддержки, модернизации, замены и утилизации.</p>	<p>З-1 - Изложить принципы имитационного моделирования для принятия инженерных решений</p> <p>У-1 - Формулировать инженерные задачи с учетом формализованных требований</p> <p>У-3 - Использовать программные пакеты при построении имитационной модели разрабатываемой системы или использующей системы</p> <p>П-1 - Освоить практики построения и применения имитационных моделей в процессе проектирования</p> <p>Д-1 - Проявлять настойчивость в достижении цели; Внимательность; Аналитические умения</p>

	<p>ПК-7 - Способен обосновано выбирать, разрабатывать и осуществлять технологические процессы аддитивных технологий, высокотемпературных соединений, покрытий на основе анализа организационной формы и производственной программы предприятия.</p>	<p>З-1 - Изложить технические требования к изделиям и материалам, условиям их эксплуатации и способам аддитивного производства, высокотемпературных соединений, покрытий.</p> <p>З-3 - Сделать обзор факторов технологического режима, влияющих на эксплуатационные свойства материалов и изделий.</p> <p>У-1 - Анализировать технологические режимы аддитивного производства, высокотемпературных соединений, покрытий и выявлять факторы, влияющие на эксплуатационные свойства материалов и изделий.</p> <p>П-1 - В рамках поставленного задания обосновать выбор технологического процесса аддитивного производства, высокотемпературных соединений, покрытий с учетом производственной программы предприятия.</p> <p>Д-1 - Демонстрировать ответственное отношение к собственной деятельности и ее результатам</p>
	<p>ПК-8 - Способен обосновано выбирать и использовать методы контроля и принципы системы контроля качества продукции аддитивного производства, высокотемпературных соединений, покрытий.</p>	<p>З-1 - Характеризовать методы выявления, способы устранения причин брака и предупреждения снижения эксплуатационных свойств изделий аддитивного производства, высокотемпературных соединений, покрытий.</p> <p>У-2 - Выбирать оптимальные методы и способы устранения причин брака и предупреждения снижения эксплуатационных свойств изделий аддитивного производства, высокотемпературных соединений, покрытий.</p>
<p>Проектирование оснастки для аддитивных технологий, высокотемпературных соединений,</p>	<p>УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий, в</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание основных методов системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций</p> <p>З-2 - Определять этапы разработки стратегии действий, в том числе в цифровой среде, и методы решения проблемных ситуаций</p>

покрытий	том числе в цифровой среде	<p>У-2 - Обосновывать выбор стратегии для достижения поставленной цели, в том числе в цифровой среде, с учетом ограничений, рисков и моделируемых результатов</p> <p>П-1 - Использовать эффективные стратегии действий для решения проблемной ситуации, в том числе в цифровой среде, с учетом оценки ограничений, рисков и моделируемых результатов</p> <p>Д-1 - Демонстрировать аналитические способности и критическое мышление</p>
	ОПК-2 - Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа.	<p>З-1 - Сделать обзор основных методов моделирования и математического анализа, применимых для формализации и решения задач профессиональной деятельности</p> <p>З-2 - Характеризовать сферы применения и возможности пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Самостоятельно сформулировать задачу области профессиональной деятельности, решение которой требует использования методов моделирования и математического анализа</p> <p>У-2 - Использовать методы моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Решать самостоятельно сформулированные практические задачи, относящиеся к профессиональной деятельности методами моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ</p> <p>Д-1 - Проявлять ответственность и настойчивость в достижении цели</p>
	ОПК-7 - Способен планировать и управлять жизненным циклом инженерных продуктов и технических объектов, включая стадии замысла, анализа требований,	<p>У-1 - Формулировать инженерные задачи с учетом формализованных требований</p> <p>У-3 - Использовать программные пакеты при построении имитационной модели разрабатываемой системы или использующей системы</p>



	проектирования, изготовления, эксплуатации, поддержки, модернизации, замены и утилизации.	П-4 - Разработать технические задания на проектирование и изготовление инженерных продуктов и технических объектов, включая выбор оборудования и технологической оснастки
	ПК-6 - Способен критически оценивать и разрабатывать научно-техническую и служебную информацию, представлять и доказывать собственные заключения и выводы в профессиональной области.	З-3 - Сформулировать требования к разработке и оформлению научно-технической и служебной информации. П-2 - Осуществлять подготовку и оформление научно-технической и служебной информации в соответствии с требованиями.
	ПК-8 - Способен обосновано выбирать и использовать методы контроля и принципы системы контроля качества продукции аддитивного производства, высокотемпературных соединений, покрытий.	З-3 - Перечислить техническую документацию на изделия аддитивного производства, высокотемпературных соединений, покрытий, содержащую требования к качеству продукции
САПР аддитивных технологий, высокотемпературных соединений, покрытий	УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий, в том числе в цифровой среде	З-1 - Демонстрировать понимание основных методов системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций З-2 - Определять этапы разработки стратегии действий, в том числе в цифровой среде, и методы решения проблемных ситуаций У-3 - Анализировать проблемную ситуацию, выявлять и определять способы ее разрешения
	УК-2 - Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	П-2 - Выбирать оптимальные способы решения конкретных задач проекта на каждом этапе его реализации на основе анализа и оценки рисков и их последствий с учетом ресурсов и ограничений
	УК-7 - Способен обрабатывать, анализировать, передавать данные и	З-3 - Сделать обзор современных цифровых средств и технологий, используемых для

	<p>информацию с использованием цифровых средств для эффективного решения поставленных задач с учетом требований информационной безопасности</p>	<p>обработки, анализа и передачи данных при решении поставленных задач</p> <p>У-2 - Выбирать современные цифровые средства и технологии для обработки, анализа и передачи данных с учетом поставленных задач</p> <p>П-2 - Решать поставленные задачи, используя эффективные цифровые средства и средства информационной безопасности</p>
	<p>ОПК-2 - Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа.</p>	<p>З-1 - Сделать обзор основных методов моделирования и математического анализа, применимых для формализации и решения задач профессиональной деятельности</p> <p>З-2 - Характеризовать сферы применения и возможности пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Самостоятельно сформулировать задачу области профессиональной деятельности, решение которой требует использования методов моделирования и математического анализа</p> <p>У-2 - Использовать методы моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Решать самостоятельно сформулированные практические задачи, относящиеся к профессиональной деятельности методами моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ</p> <p>Д-1 - Проявлять ответственность и настойчивость в достижении цели</p>
	<p>ОПК-7 - Способен планировать и управлять жизненным циклом инженерных продуктов и технических объектов, включая стадии замысла, анализа требований, проектирования, изготовления,</p>	<p>У-1 - Формулировать инженерные задачи с учетом формализованных требований</p> <p>У-3 - Использовать программные пакеты при построении имитационной модели разрабатываемой системы или использующей системы</p> <p>П-4 - Разработать технические задания на проектирование и изготовление</p>

	эксплуатации, поддержки, модернизации, замены и утилизации.	инженерных продуктов и технических объектов, включая выбор оборудования и технологической оснастки
	ПК-6 - Способен критически оценивать и разрабатывать научно-техническую и служебную информацию, представлять и доказывать собственные заключения и выводы в профессиональной области.	З-3 - Сформулировать требования к разработке и оформлению научно-технической и служебной информации.  П-2 - Осуществлять подготовку и оформление научно-технической и служебной информации в соответствии с требованиями.
	ПК-8 - Способен обосновано выбирать и использовать методы контроля и принципы системы контроля качества продукции аддитивного производства, высокотемпературных соединений, покрытий.	З-3 - Перечислить техническую документацию на изделия аддитивного производства, высокотемпературных соединений, покрытий, содержащую требования к качеству продукции

### 1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**САПР аддитивных технологий,**  
**высокотемпературных соединений,**  
**покрытий**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Злыгостев Сергей Николаевич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	литейного производства и упрочняющих технологий

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Инженерная школа новой индустрии**

Протокол № 20230201-01 от 01.02.2023 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Введение в системы автоматизированного проектирования	Цели и задачи курса. Краткий обзор курса. Основные понятия и определения. Методология и стадийность проектирования. История конструкторско-технологического документооборота на предприятиях сварочного производства. Тенденции инженерного обеспечения производства в аддитивных технологиях и нанесений покрытий.
2	Системы геометрического моделирования	Обзор подходов к автоматизированной разработке конструкторско-технологической документации с применением цифровой техники. Бумажно-цифровой документооборот, растровые и векторные способы представления чертежей. Эволюция от плоских чертежей к каркасному, поверхностному и твердотельному представлению геометрии. Геометрические ядра современных САД-систем. Понятия прямого, параметрического, гибридного моделирования.
3	Построения на плоскости и в пространстве	Плоские эскизы, объекты эскизов, взаимосвязи и ограничения геометрических объектов. Экструзия, тела вращения, тела по сечениям, тела по траектории. Булевы операции в пространстве. Массивы элементов. Справочная геометрия. Способы работа со сторонними объемными моделями. Реверсивный инжиниринг, элементы прямого редактирования геометрии. Работа с криволинейной геометрией. Объемные эскизы, проекции, наложения. Поверхностное проектирование. Гибридная разработка
4	Разработка объемных моделей в аддитивных	Понятие детали и сборки. Дерево конструирования и его оптимизация. Восходящее и нисходящее проектирование.

	технологиях, высокотемпературных соединениях.	Проверка целостности геометрии детали. Полые детали. Проектирование поддержки.
5	Разработка комплекта документации	Построение чертежей деталей и сборок. Основные виды, проекции, разрезы, сечения, местные виды, разорванные виды. Настройка оформления документа чертежа. Ассоциативные связи чертежей и деталей (сборок). Ограничения САПР при построении чертежей

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### САПР аддитивных технологий, высокотемпературных соединений, покрытий

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Богуславский, А. А.; КОМПАС-3D v. 5.11-8.0. Практикум для начинающих : практическое пособие.; СОЛОН-ПРЕСС, Москва; 2006; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=117727> (Электронное издание)
2. Мысакова, О. Н.; Упражнения по моделированию в SolidWorks (специальность «Промышленный дизайн») : учебно-методическое пособие.; Архитектон, Екатеринбург; 2014; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436714> (Электронное издание)
3. Ушаков, Д. М.; Введение в математические основы САПР : курс лекций.; Профобразование, Саратов; 2019; <http://www.iprbookshop.ru/87987.html> (Электронное издание)
4. Касымбаев, Б. А., Чудинов, А. В.; Геометрическое моделирование и конструкторские документы : сборник задач и упражнений.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228847> (Электронное издание)
5. Иванцовская, Н. Г.; Инженерное документирование: электронная модель и чертеж детали : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2018; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574750> (Электронное издание)

### Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

#### Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

### 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**САПР аддитивных технологий, высокотемпературных соединений, покрытий**

**Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	SolidWorks Education Edition 500 CAMPUS -Subscription Service 3Year  КОМПАС-3D v. 19
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	SolidWorks Education Edition 500 CAMPUS -Subscription Service 3Year  КОМПАС-3D v. 19
3	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	SolidWorks Education Edition 500 CAMPUS -Subscription Service 3Year  КОМПАС-3D v. 19
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в	SolidWorks Education Edition 500 CAMPUS -Subscription Service 3Year

		соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	КОМПАС-3D v. 19
--	--	--	-----------------



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Моделирование аддитивных технологий,**  
**производства высокотемпературных**  
**соединений, покрытий**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Злыгостев Сергей Николаевич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	литейного производства и упрочняющих технологий

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Инженерная школа новой индустрии**

Протокол № 20230201-01 от 01.02.2023 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Введение. Роль систем компьютерного моделирования в современном производстве и научных исследованиях	Цели, задачи и структура курса. История формирования систем компьютерного моделирования и их интеграция с управлением жизненным циклом изделий. Экономические аспекты моделирования.
2	Математический аппарат систем компьютерного моделирования	Температуропроводность, уравнение Фурье, замыкающие соотношения. Методы учета фазового перехода. Постановка граничных и начальных условий. Обзор численных методов решения модельных задач (МКО, МКР, МКЭ). Обзор методов решения систем линейных алгебраических уравнений
3	Подготовка расчетной модели	Геометрические интерфейсы и инструменты СКМ. Подготовка сеточных моделей, критерии качества сеток, пограничный слой. Баланс "качества" и времени решения. Настройка модельной задачи. Свойства материалов и средства их расчета, методология CALPHAD. Интерфейсные условия.
4	Анализ результатов моделирования	Средства визуализации физических скалярных, векторных и тензорных полей. Построение сечений, изоповерхностей и анимаций. Построение графиков искомых величин. Документирование результатов моделирования. Передача результатов заказчику
5	Системы компьютерного моделирования с открытым исходным кодом для науки и производства. Практика моделирования.	Возможности и ограничения СКМ. Свободные пре- и постпроцессоры: SALOME, Netgen, gmsh, Paraview. Решатели OpenFOAM, Elmer. Перенос решений между СКМ и решение

	Мультидисциплинарное моделирование, сопряженные задачи	сопряженных задач. Доработка решателей в СКМ с открытым исходным кодом для уточнения модели.
--	--	--

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Моделирование аддитивных технологий, производства высокотемпературных соединений, покрытий**

#### **Электронные ресурсы (издания)**

1. Формалев, В. Ф.; Численные методы : учебник.; Физматлит, Москва; 2006; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69333> (Электронное издание)
2. Формалев, В. Ф.; Теплоперенос в анизотропных твердых телах: численные методы, тепловые волны, обратные задачи : монография.; Физматлит, Москва; 2015; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=469611> (Электронное издание)
3. Самарский, А. А., Галишникова, Т. Н.; Методы решения сеточных уравнений; Наука, Москва; 1978; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457050> (Электронное издание)
4. Самарский, А. А.; Введение в теорию разностных схем; Наука, Москва; 1971; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457052> (Электронное издание)

#### **Печатные издания**

1. Огородникова, О. М., Берестова, С. А.; Компьютерные методы вычислений : учебное пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2008 (16 экз.)
2. Огородникова, О. М.; Вычислительные методы в компьютерном инжиниринге : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 220700 - Автоматизация технологических процессов и производств, 221000 - Мехатроника и робототехника направления и уровня подготовки бакалавр, магистр.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2013 (10 экз.)
3. Злыгостев, С. Н., Злыгостев, С. Н.; Моделирование процессов литейного и аддитивного производства : учебно-методическое пособие для студентов вуза, обучающихся по направлениям подготовки: 12.03.05 - Лазерная техника и лазерные технологии, 22.03.02 - Metallургия.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2022 (5 экз.)
4. Власова, Е. А., Зарубин, В. С., Крищенко, А. П., Кувыркин, Г. Н.; Приближенные методы математической физики : учебник для студентов вузов.; Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва; 2001 (33 экз.)

#### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

#### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

## Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

### 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Моделирование аддитивных технологий, производства высокотемпературных соединений, покрытий

#### Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	SolidWorks Education Edition 500 CAMPUS -Subscription Service 3Year КОМПАС-3D v. 19
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	SolidWorks Education Edition 500 CAMPUS -Subscription Service 3Year КОМПАС-3D v. 19
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	SolidWorks Education Edition 500 CAMPUS -Subscription Service 3Year КОМПАС-3D v. 19

		<p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	
4	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>SolidWorks Education Edition 500</p> <p>CAMPUS -Subscription Service</p> <p>3Year</p> <p>КОМПАС-3D v. 19</p>

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Проектирование оснастки для аддитивных**  
**технологий, высокотемпературных**  
**соединений, покрытий**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Злыгостев Сергей Николаевич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	литейного производства и упрочняющих технологий
2	Финкельштейн Аркадий Борисович	д.т.н., доцент	профессор	ЛП и УТ

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Инженерная школа новой индустрии**

Протокол № 20230201-01 от 01.02.2023 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Типы оснастки и инструмента для аддитивных технологий, высокотемпературных соединений, покрытий.	Приспособления для сборки конструкций. Приспособления первичной и вторичной защиты. Очистной инструмент. Контрольно-измерительный инструмент и оснастка. Тарная оснастка. Оснастка для подачи
2	Сварочная оснастка и инструмент.	Установочные приспособления. Закрепляющие приспособления. Кондукторы. Струбцины. Зажимы и прижимы для сварки. Стяжки и распорки. Приспособления для сварки труб. Магнитные угольники и универсальные магнитные зажимы. Конструирование и расчет приспособлений с учетом минимизации коробления при термических напряжениях и деформациях. Газовые линзы. Оснастка вторичной защиты. Инструмент для очистки и зачистки швов. Особенности использования абразивного инструмента в зависимости от материала шва. Контрольно-измерительная оснастка.
3	Оснастка и инструмент для аддитивных технологий.	Тара и упаковка материалов для производства изделий методами аддитивных технологий. Хранение материалов, оснастка для подготовки и подачи материалов на 3D-принтеры. Инструментарий для очистки и окончательной обработки изделий, изготовленных методами аддитивных технологий. Контрольно-измерительный инструмент. Контроль коробления изделий.
4	Оснастка и инструмент для нанесения покрытий	Установочная оснастка для камер. Конструирование установочной оснастки. Шаблоны для фасонных деталей.

		Тарная оснастка для химико-термических покрытий. Герметизация и вентиляция. Контроль толщины покрытия
--	--	--

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Проектирование оснастки для аддитивных технологий, высокотемпературных соединений, покрытий**

#### **Электронные ресурсы (издания)**

1. Лупачёв, В. Г.; Общая технология сварочного производства : учебное пособие.; Высшая школа, Минск; 2011; <http://www.iprbookshop.ru/20235.html> (Электронное издание)
2. Валетов, В. А.; Аддитивные технологии (состояние и перспективы) : учебное пособие.; Университет ИТМО, Санкт-Петербург; 2015; <http://www.iprbookshop.ru/65766.html> (Электронное издание)
3. Кравченко, Е. Г.; Аддитивные технологии в машиностроении : учебное пособие.; Комсомольский-на-Амуре государственный университет, Комсомольск-на-Амуре; 2018; <http://www.iprbookshop.ru/102082.html> (Электронное издание)
4. Антонова, В. С.; Аддитивные технологии : учебное пособие.; Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, Санкт-Петербург; 2017; <http://www.iprbookshop.ru/102502.html> (Электронное издание)
5. Коротков, В. А.; Ремонтная сварка и наплавка : учебно-методическое пособие.; Директ-Медиа, Москва; 2014; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=223467> (Электронное издание)
6. Хренов, К. К., Самохвалов, А. Я.; Сварка, резка и пайка металлов : практическое пособие.; Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, Киев, Москва; 1952; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=230239> (Электронное издание)

#### **Печатные издания**

1. Митин, Б. С.; Порошковая металлургия и напыленные покрытия : Учеб. для вузов.; Металлургия, Москва; 1987 (6 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

#### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**



### 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**Проектирование оснастки для аддитивных технологий, высокотемпературных соединений, покрытий**

**Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	SolidWorks Education Edition 500 CAMPUS -Subscription Service 3Year КОМПАС-3D v. 19
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	SolidWorks Education Edition 500 CAMPUS -Subscription Service 3Year КОМПАС-3D v. 19
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	SolidWorks Education Edition 200 CAMPUS КОМПАС-3D v. 19
4	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	SolidWorks Education Edition 200 CAMPUS КОМПАС-3D v. 19

		Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	
--	--	--	--