

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»
Нижнетагильский технологический институт (филиал)

УТВЕРЖДАЮ

Директор
В.В. Потанин
«28» июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Модуль: Проектно-инновационная деятельность	Код модуля: М.1.6
Образовательная программа: Цифровые технологии в управлении промышленными процессами	Код ОП 09.04.03/33.04
Направление подготовки: Прикладная информатика	Код направления и уровня подготовки 09.04.03

Нижний Тагил

2023

Программа модуля и программы дисциплин составлены авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Грузман Вячеслав Моисеевич	Профессор, докт.техн.наук	Профессор	Кафедра Металлургических технологий
2	Лапина Александра Юрьевна		Зам.директора Школы магистратуры	Школа магистратуры

Руководитель модуля «согласовано в электронном виде» В.М. Грузман

Рекомендовано:

Учебно-методическим советом НТИ (филиал) УрФУ

Председатель учебно-методического совета «согласовано в электронном виде» М.В. Миронова

Протокол № 6 от 28 июня 2023 г.

Согласовано:

Руководитель ОП «согласовано в электронном виде» Р.А. Карелова

Начальник ОООД «согласовано в электронном виде» С.Е. Четвериков

Инженер (ведущий) РИОЦ «согласовано в электронном виде» А.В. Катаева

Раздел 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ: **Проектно-инновационная деятельность**

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, является частью образовательной траектории «Цифровые технологии в литейном производстве» и состоит из дисциплин «Системы моделирования литейных процессов», «Моделирование производственных процессов на основе средств обеспечения вычислительных процессов». Содержание этих дисциплин направлено на получение фундаментальных знаний и навыков для прогноза и анализа причин возникновения дефектов на стадии проектирования литейной формы и литниково-питающей системы.

При реализации дисциплин модуля могут быть использованы традиционные или смешанные технологии обучения (онлайн курсы, с использованием ЭОР).

1.2. Структура и объем модуля

№ п/п	Перечень дисциплин модуля	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах и часах	Форма итоговой промежуточной аттестации по дисциплинам модуля и в целом по модулю
1	Системы моделирования литейных процессов	4/144	Зачет, Зачет, Курсовая работа
2	Моделирование производственных процессов на основе средств обеспечения вычислительных процессов	3/108	Зачет
ИТОГО по модулю:		7/252	не предусмотрено

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Технологические процессы литейного производства
Постреквизиты и корреквизиты модуля	Технологии разработки и внедрения ИТ-инноваций

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

Изучение дисциплин модуля предусматривает формирование компетенций посредством последовательного освоения результатов обучения на определенном уровне сложности содержания.

Результаты обучения по дисциплине – это конкретные знания, умения, опыт и другие результаты (содержательные компоненты компетенций), которых планируется достичь на этапе изучения дисциплины модуля и которые должны будут продемонстрированы

обучающимися и оценены преподавателем по индикаторам/измеряемым критериям, включенным в формулировку результатов обучения.

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины.

Индикаторы учитываются при выборе и составлении заданий контрольно-оценочных мероприятий (оценочных средств) текущей и промежуточной аттестации.

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Системы моделирования литейных процессов	ПК 5. Способен применять цифровые технологии для моделирования и исследования процессов литейного производства	<p>Знания: 3.1 – основные задачи и принципы моделирования литейных процессов 3.2 – технологический процесс полученияливок с заданными свойствами 3.3 – принципы работы систем моделирования литейных процессов 3.4 – виды систем автоматизированного моделирования литейных процессов</p> <p>Умения: У.1 – применять метод конечных разностей для решения технологических задач в САМ ЛП У.2 – осуществлять и корректировать технологические процессы получения литых заготовок У.2 – рассчитывать напряжения и деформацию, возникающих в отливке во время кристаллизации сплава с помощью системы моделирования литейных процессов</p> <p>Владения: В.1 – инструментами для моделирования литейных процессов</p>
Моделирование производственных процессов на основе средств обеспечения вычислительных процессов	ПК 5. Способен применять цифровые технологии для моделирования и исследования процессов литейного производства	<p>Знания: 3.1 – требования к содержанию текстовых частей разделов и подразделов проектной документации 3.2 – стадии проектирования систем автоматизации 3.3 – математические модели литейных процессов, а также численные методы их реализации 3.4 – средства обеспечения и обработки результатов вычислительных экспериментов в программной системе «Полигон» и LVMFlow 3.5 – модели и алгоритмы принятия решений, отличающиеся возможностью</p>

		<p>целенаправленного выбора значений технологических параметров, соответствующих требуемому уровню качества литых заготовок</p> <p>Умения:</p> <p>У.1 – выбирать оптимальный технологический процесс производства отливок</p> <p>У.2 – планировать производство и организацию технологического процесса в цехе</p> <p>У.3 – разрабатывать модели принятия решений по выбору значений технологических параметров литья, соответствующих требуемому уровню качества литых заготовок</p> <p>У.4 – разрабатывать проблемно-ориентированные программные комплексы для проведения вычислительного эксперимента на этапе затвердевания отливки в условиях песчаной формы и выбора решений по управляемым технологическим параметрам процесса литья</p> <p>Владения:</p> <p>В.1 – навыками разработки конструкторской и технологической (проектной) документации на изготовление различных фасонных изделий</p> <p>В.2 – навыками анализа проблематики оперативного выбора оптимальных параметров технологического процесса формирования дефектов и времени охлаждения отливок в условиях песчаной формы с использованием объектно-ориентированных программных комплексов</p>
--	--	---

1.5. Форма обучения

Реализация модуля возможна для обучающихся по очной, очно-заочной и заочной формам.

РАЗДЕЛ 2. ПРОГРАММЫ МОДУЛЯ Проектно-инновационная деятельность

2.1. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «Системы моделирования литейных процессов»

2.2.1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ «Системы моделирования литейных процессов»

2.2.1.1. Технологии обучения, используемые при изучении дисциплины «Системы моделирования литейных процессов»

Традиционная (репродуктивная) технология, смешанное обучение.

2.2.1.2. Планируемые результаты обучения (индикаторы) по дисциплине «Системы моделирования литейных процессов»

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
ПК 5. Способен применять цифровые технологии для моделирования и исследования процессов литейного производства	<p>Знания: 3.1 – основные задачи и принципы моделирования литейных процессов 3.2 – технологический процесс полученияливок с заданными свойствами 3.3 – принципы работы систем моделирования литейных процессов 3.4 – виды систем автоматизированного моделирования литейных процессов</p> <p>Умения: У.1 – применять метод конечных разностей для решения технологических задач в САМ ЛП У.2 – осуществлять и корректировать технологические процессы получения литых заготовок У.2 – рассчитывать напряжения и деформацию, возникающих в отливке во время кристаллизации сплава с помощью системы моделирования литейных процессов</p> <p>Владения: В.1 – инструментами для моделирования литейных процессов</p>

2.1.1.3. Содержание дисциплины: «Системы моделирования литейных процессов»

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
Р1	Методы получения и решения разностных уравнений	Метод конечных разностей (МКР). Методы конечных элементов (МКЭ) и конечных объемов (МКО).
Р2	Систем автоматизированного моделирования литейных процессов (САМ ЛП)	Обзор литейных программ. Продукты зарубежных производителей. Отечественные разработки в области систем автоматизированного моделирования литейных процессов: «Полигон» и LVMFlow. Практическое сравнение программ.
Р3	САМ ЛП «Полигон»	Структура системы моделирования литейных процессов «Полигон». Прогнозирование и анализ причин дефектов на стадии проектирования. Анализ заливки, кристаллизации и напряжений для большинства литейных технологий. Симуляция всех традиционных технологий литья и многих специальных процессов. Три решателя «Полигон»: гидродинамический, тепловой и напряжения.
Р4	САМ ЛП LVMFlow	Отличительная черта LVMFlow. Модули LVMFlowCV. Расчеты в LVMFlowCV. Работа с модулями.

2.1.1.4. Язык реализации программы:

Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации

2.1.2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ: «Системы моделирования литейных процессов»

Печатные издания

Лаврищева, Е.М. Программная инженерия и технологии программирования сложных систем: учебник для вузов / Е. М. Лаврищева ; Ин-т системного программирования РАН, МФТИ (Госуд. университет). - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2019. - 432, [2] с.: ил. - (Бакалавр. Академический курс). - Библиогр.: с. 391-395 (87 назв.). - Приложение: с. 397-432. Кол-во экз. - 20

Электронные ресурсы (издания)

1. Лауферман, О.В. Разработка программного продукта: профессиональные стандарты, жизненный цикл, командная работа: [16+] / О.В. Лауферман, Н.И. Лыгина; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2019. – 75 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576397>

2. Вальтер, А.И. Основы литейного производства : учебник : [16+] / А.И. Вальтер, А.А. Протопопов. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. – 333 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=564328> – Библиогр.: с. 320. – ISBN 978-5-9729-0363-4.

3. Истягина, Е. Б. Математическое моделирование : учебное пособие : [16+] / Е. Б. Истягина, А. А. Пьяных, Т. А. Пьяных ; Сибирский федеральный университет. – Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2022. – 124 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=705697> – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7638-4557-0. – Текст : электронный.

4. Мешечкин, В. В. Методы оптимизации : учебное пособие : [16+] / В. В. Мешечкин, В. Н. Крутиков ; Кемеровский государственный университет. – 2-е изд., исправ. и доп. – Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2019. – 106 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=600281> – Библиогр.: с. 101 - 102. – ISBN 978-5-8353-2437-8. – Текст : электронный.

Профессиональные базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<https://www.poligoncast.com/ru/home>

<https://lvmflow.ru>

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн www.biblioclub.ru
- ЭБ «Электронная библиотека НТИ» <http://elib.ntiustu.ru>
- Зональная научная библиотека УрФУ. – Режим доступа: <http://lib.urfu.ru/>

Материалы для лиц с ОВЗ

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

2.1.2. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «Системы моделирования литейных процессов»

№ п\п	Вид занятий	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
-------	-------------	---	---	--

1	Лекции	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий.	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов, рабочее место преподавателя, доска аудиторная. Компьютерная техника: комплект проекционного оборудования: ноутбук/компьютер, проектор, проекционный экран/доска.	– Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office
2	Практические занятия Консультации Текущий контроль, промежуточная аттестация	Учебная аудитория для проведения практических занятий, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов, рабочее место преподавателя, доска аудиторная. Компьютерная техника: комплект проекционного оборудования: ноутбук/компьютер, проектор, проекционный экран/доска.	– Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office
3	Самостоятельная работа студентов	Помещения для самостоятельной работы обучающихся	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов, рабочее место преподавателя, доска аудиторная. Компьютерная техника: комплект проекционного оборудования: ноутбук/компьютер, проектор, проекционный экран/доска.	– Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office

2.2. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «Моделирование производственных процессов на основе средств обеспечения вычислительных процессов»

2.2.1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ «Моделирование производственных процессов на основе средств обеспечения вычислительных процессов»

2.2.1.1. Технологии обучения, используемые при изучении дисциплины «Моделирование производственных процессов на основе средств обеспечения вычислительных процессов»

Традиционная (репродуктивная) технология, смешанное обучение.

2.2.1.2. Планируемые результаты обучения (индикаторы) по дисциплине «Моделирование производственных процессов на основе средств обеспечения вычислительных процессов»

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
ПК 5. Способен применять цифровые технологии для моделирования и исследования процессов литейного производства	<p>Знания:</p> <p>3.1 – требования к содержанию текстовых частей разделов и подразделов проектной документации</p> <p>3.2 – стадии проектирования систем автоматизации</p> <p>3.3 – математические модели литейных процессов, а также численные методы их реализации</p> <p>3.4 – средства обеспечения и обработки результатов вычислительных экспериментов в программной системе «Полигон» и LVMFlow</p> <p>3.5 – модели и алгоритмы принятия решений, отличающиеся возможностью целенаправленного выбора значений технологических параметров, соответствующих требуемому уровню качества литых заготовок</p> <p>Умения:</p> <p>У.1 – выбирать оптимальный технологический процесс производства отливок</p> <p>У.2 – планировать производство и организацию технологического процесса в цехе</p> <p>У.3 – разрабатывать модели принятия решений по выбору значений технологических параметров литья, соответствующих требуемому уровню качества литых заготовок</p> <p>У.4 – разрабатывать проблемно-ориентированные программные комплексы для проведения вычислительного эксперимента на этапе затвердевания отливки в условиях песчаной формы и выбора решений по управляемым технологическим параметрам процесса литья</p> <p>Владения:</p> <p>В.1 – навыками разработки конструкторской и технологической (проектной) документации на изготовление различных фасонных изделий</p> <p>В.2 – навыками анализа проблематики оперативного выбора оптимальных параметров технологического процесса формирования дефектов и времени охлаждения отливок в условиях песчаной формы с использованием объектно-ориентированных программных комплексов</p>

2.2.1.3. Содержание дисциплины: «Моделирование производственных процессов на основе средств обеспечения вычислительных процессов»

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Анализ проблематики исследования процессов литейной технологии и программных систем моделирования	Обзор автоматизированных процессов литейной технологии. Физические процессы затвердевания отливки. Математические модели процесса затвердевания отливки. Программные системы инженерного анализа. Системы моделирования литейной технологии.
P2	Моделирование	Математическая модель формирования дефектов. Метод

	процессов формирования дефектов и времени охлаждения отливки	конечных элементов в реализации моделей процессов литейной технологии. Влияние размера конечного элемента на точность расчета технологических параметров отливки. Алгоритм выбора разрешающего управления. Модель определения времени затвердевания отливки.
РЗ	Алгоритмизация принятия решения по определению наилучших значений и времени затвердевания	Модели принятия решения в условиях производства литых деталей. Формирование алгоритма определения наилучших условий протекания процесса затвердевания отливки. Механизм взаимодействия математического, программного и информационного обеспечения в процессе проектирования технологии получения отливок.

2.1.1.4. Язык реализации программы:

Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации

2.1.3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ: «Моделирование производственных процессов на основе средств обеспечения вычислительных процессов»

Печатные издания

Лаврищева, Е.М. Программная инженерия и технологии программирования сложных систем: учебник для вузов / Е. М. Лаврищева ; Ин-т системного программирования РАН, МФТИ (Госуд. университет). - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2019. - 432, [2] с.: ил. - (Бакалавр. Академический курс). - Библиогр.: с. 391-395 (87 назв.). - Приложение: с. 397-432. Кол-во экз. - 20

Электронные ресурсы (издания)

1. Лауферман, О.В. Разработка программного продукта: профессиональные стандарты, жизненный цикл, командная работа: [16+] / О.В. Лауферман, Н.И. Лыгина; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2019. – 75 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576397>

2. Магомедов, Р. М. Цифровая математика в Excel : учебник : [16+] / Р. М. Магомедов, Т. Л. Фомичева ; Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации. – Москва : Прометей, 2023. – 146 с. : ил., табл., схем., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=700963> – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-00172-370-7. – Текст : электронный.

3. Ипатова, Э. Р. Методологии и технологии системного проектирования информационных систем : учебник / Э. Р. Ипатова, Ю. В. Ипатов. – 3-е изд., стер. – Москва : ФЛИНТА, 2021. – 256 с. : табл., схем. – (Информационные технологии). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=79551> – Библиогр.: с. 95-96. – ISBN 978-5-89349-978-0. – Текст : электронный.

4. Агеев, Н. Г. Моделирование процессов и объектов в металлургии : учебное пособие / Н. Г. Агеев ; науч. ред. С. С. Набойченко ; Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2016. – 111 с. : ил., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=688963> – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7996-1712-7. – Текст : электронный.

5. Агеев, Н. Г. Металлургические расчеты с использованием пакета прикладных программ HSC Chemistry : учебное пособие / Н. Г. Агеев, С. С. Набойченко ; Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2016. – 127 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=688962> – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7996-1713-4. – Текст : электронный.

Профессиональные базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<https://www.polygoncast.com/ru/home>

<https://lvmflow.ru>

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн www.biblioclub.ru
- ЭБ «Электронная библиотека НТИ» <http://elib.ntiustu.ru>
- Зональная научная библиотека УрФУ. – Режим доступа: <http://lib.urfu.ru/>

Материалы для лиц с ОВЗ

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

2.1.3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «Моделирование производственных процессов на основе средств обеспечения вычислительных процессов»

№ п/п	Вид занятий	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий.	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов, рабочее место преподавателя, доска аудиторная. Компьютерная техника: комплект проекционного оборудования: ноутбук/компьютер, проектор, проекционный экран/доска.	– Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office
2	Практические занятия Консультации Текущий контроль, промежуточная аттестация	Учебная аудитория для проведения практических занятий, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов, рабочее место преподавателя, доска аудиторная. Компьютерная техника: комплект проекционного оборудования: ноутбук/компьютер, проектор, проекционный экран/доска.	– Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office
3	Самостоятельная работа студентов	Помещения для самостоятельной работы обучающихся	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов, рабочее место преподавателя, доска аудиторная. Компьютерная техника:	– Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office

			комплект проекционного оборудования: ноутбук/компьютер, проектор, проекционный экран/доска.	
--	--	--	---	--