

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
ГГТУ им. П.О.Сухого

_____ А.А.Бойко

(подпись)

_____ 04.07. 2019

(дата утверждения)

Регистрационный № УД -_{маг} 115 /уч.

Компьютерные технологии проектирования
литейных и металлургических процессов

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности II ступени
высшего образования (магистратура)

1-42 80 01 «Инновационные технологии в металлургии»
Профилизация «Производство новых конструкционных материалов»

Учебная программа составлена на основе:
образовательного стандарта высшего образования второй ступени специальности 1-42 80 01 «Инновационные технологии в металлургии», рег. № ОСВО 1-42 80 01-2019;
учебных планов второй ступени высшего образования специальности: 1-42 80 01 №І 42-2-13/уч. профилизация: «Инновационные технологии в металлургии» от 03.04.2019;
1-42 80 01 №І 42-2-05/уч. профилизация: «Производство новых конструкционных материалов» от 03.04.2019.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Жаранов Виталий Александрович, старший преподаватель кафедры «Металлургия и технологии обработки материалов»

РЕЦЕНЗЕНТ:

Бардюгов Николай Николаевич, главный металлург открытого акционерного общества «СтанкоГомель»

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Металлургия и технологии обработки материалов» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»
(протокол № 6 от 02.05. 2019);

Научно-методическим советом механико-технологического факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»
(протокол № 6 от 21.05.2019); УД 045-18/уч.

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»
(протокол № 6 от 26.06.2019).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа дисциплины «Компьютерные технологии проектирования литейных и металлургических процессов» предназначена для выполнения учебных занятий с магистрантами специальности 1-42 80 01 «Инновационные технологии в металлургии», профилизации «Производство новых конструкционных материалов».

Цель изучения дисциплины - дать магистрантам систематические знания в области методов и способов проектирования современных процессов в литье и металлургии с применением компьютерных технологий, прикладного программного обеспечения и технических средств реверсивной инженерии.

Изучение вопросов курса предполагает также глубокое понимание специфики создания цифровых моделей материалов, методов, оборудования и технологий создания прототипов трёхмерных геометрических цифровых моделей, востребованных в различных отраслях промышленности, в том числе в современном металлургическом производстве.

Особенное внимание уделяется связи технологий топологической и параметрической оптимизации конструкций деталей, генеративного дизайна и возможностям масштабирования для применения современных технологий компьютерного проектирования в единичном, массовом и серийном производстве.

Уровень навыков магистра профилизации «Производство новых конструкционных материалов» предполагает наличие навыков статистического анализа и построения регрессионных моделей технологических процессов, планирования проведения эксперимента и анализа результатов на математических моделях, сформулированных численно в интегрированных пакетах конечно-элементных расчётов.

Следует также подчеркнуть особую актуальность компьютерных технологий проектирования в концепции жизненного цикла изделий и оборудования в металлургии и литейном производстве.

Магистрант, в рамках освоения содержания данной дисциплины профилизации должен быть подготовлен к решению следующих задач профессиональной деятельности:

- использованию достижений науки и передовых технологий в области металлургии, литейного производства, обработки материалов давлением и термообработки сплавов черных и цветных металлов;
- разработке практических рекомендаций по использованию результатов научных исследований, планированию и проведению экспериментальных исследований, а также разработке научно-технической документации;
- применению современных методов проектирования технологических процессов в литейном и металлургическом производствах, оформление проектной документации;
- проведению комплексных структурированных научных исследований в области металлургического производства;
- разработке моделей исследуемых процессов, явлений и объектов (выбор

или модификация существующих моделей);

- выборе методов и средств разработки инструментария эмпирического исследования, сбора, обработки, анализа, оценки и интерпретации полученных результатов исследования.

Задачи дисциплины:

- Практическая ориентация магистрантов на использование компьютерных технологий обеспечения подготовки производства и технологической оснастки методами прототипирования, в том числе с применением аддитивных технологий и современных металлических, полимерных и композиционных материалов;
- овладение передовыми методами применения компьютерных технологий и перспективными процессами генерации моделей и деталей, в том числе готовых металлических изделий с уникальными характеристиками в области теплотехнических характеристик, формы и размеров единичных элементов конструкции;
- совершенствование навыков построения, коррекции и анализа геометрических моделей деталей и узлов;
- формирование глубоких компетенций в области оптимизации процессов компьютерного проектирования, сокращения интервалов разработки технологических процессов;
- формирование представлений об основных этапах решения задач проектирования технологической оснастки;
- умение пользоваться справочной литературой (включая интернет-ресурсы) и открытыми библиотеками патентной информации с целью совершенствования технологических процессов и оборудования в изучаемой предметной области;
- знать возможности программных пакетов, предназначенных для проектирования и анализа процессов металлургических процессов и литейных технологий.

Преподавание дисциплины нацелено на опережающую подготовку магистрантов к решению задач инновационного экономического развития отрасли. Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных по курсам: математическое моделирование, общая металлургия, обработка металлов давлением и информационные технологии. Для освоения материалов курса магистранты должны досконально изучить номенклатуру специализированных программных продуктов, которые могут использоваться в замкнутом цикле цифрового производства.

В основе применения технологии трехмерного моделирования лежит решение таких задач, важных для любого производства, как проектирование модели объекта с высокой точностью и контроль качества изделия. При этом уникальность технологии трехмерного сканирования позволяет применять новые принципы, как для моделирования, так и для контроля качества реализации технологических процессов. Для эффективного использования моделей, которые получают с помощью трехмерного сканирования, как в аддитивном производстве, так и в любом другом, необходимо досконально

знать и понимать, как работает соответствующее программное обеспечение.

Также ставится задача сформировать у обучаемых профессиональные компетенции по управлению процессами обеспечения качества продукции посредством масштабного внедрения современных технологий и оборудования и подготовить магистрантов к будущей профессиональной деятельности, на основе совокупности фундаментальных, общенаучных и специальных знаний.

В результате изучения учебной дисциплины «Компьютерные технологии проектирования литейных и металлургических процессов» магистрант должен

знать:

- теоретические фундаментальные основы компьютерного проектирования, методы расчета систем, физико-химические процессы производства изделий методами, основанными на современных способах и принципах организации выпуска изделий на уровне передовых конкурентных разработок;

- методы проектирования технологических процессов и оснастки с применением современных инновационных разработок в области компьютерного моделирования и проектирования для получения отливок с необходимыми технологическими и эксплуатационными свойствами;

- последовательность и стадии разработки расчётных алгоритмов протекания химических реакций в металлургических и шлаковых расплавах;

- практические приёмы по оценке характера взаимодействия футеровки плавильных агрегатов с расплавами металлов и шлаков.

уметь:

- выбирать оптимальные способы и маршруты компьютерного проектирования деталей;

- применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач в области современных технологий;

- выполнять необходимые для реализации методов и технологий быстрого прототипирования вычисления с использованием компьютера и применять стандартные методы на практике;

- осуществлять обмен информацией между компьютерными системами и оборудованием для реализации технологий объёмной печати и вспомогательных процессов аддитивного производства;

- выполнять подготовку геометрических моделей для печати и анализа в системах инженерной графики и анализа.

владеть:

- навыками для разработки практических рекомендаций по использованию научных исследований, планированию и проведению экспериментальных исследований;

- навыками исследования патентоспособности и показателей технического уровня разработок в области аддитивных технологий;

- основными приёмами обработки данных и моделей в технологиях прототипирования и изготовления деталей;

- навыками разработки научно-технической документации для подготовки производства изделий методами трёхмерной печати.

- навыками идентификации изделий, подходящих для качественной реализации трёхмерных технологий;

- методиками определения механических свойств материалов и изделий, полученных с применением методов и технологий 3D прототипирования.

Освоение учебной дисциплины согласно стандарту специальности, должно обеспечить формирование следующих **компетенций**:

- Углубленными профессиональными компетенциями (УПК)-3 :. Владеть современными информационными технологиями в сфере литейного и металлургического производства, уметь применять их к компьютерному проектированию технологических процессов получения отливок, расчету направления протекания химических реакций в металлических и шлаковых расплавах, оценке характера взаимодействия футеровки плавильных агрегатов с металлическим и шлаковым расплавом.

Форма получения высшего образования: дневная. Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины «Компьютерные технологии проектирования литейных и металлургических процессов» в соответствии с учебным планом по специальности:

1-42 80 01 «Инновационные технологии в металлургии» составляет 90 часов. Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3,0 зачетные единицы.

1-42 80 01 №Г 42-2-05/уч. профилизация: «Производство новых конструкционных материалов» составляет 90 часов. Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3,0 зачетные единицы.

	Дневная форма	Заочная форма
Курс	1	1
Семестр	1	1,2
Лекции (часов)	18	6
Лабораторные занятия (часов)	36	10
Всего аудиторных (часов)	54	16
Формы текущей аттестации по учебной дисциплине		
Экзамен (семестр)	1	2

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Конструирование элементов машин и агрегатов металлургического производства.

Тема 1.1. Основы методов и технологий компьютерного проектирования литых изделий и технологической оснастки.

Исторические предпосылки появления компьютерных технологий. Характеристика рынка программных продуктов и требования к аппаратной части компьютерных систем. Терминология и классификация.

Тема 1.2. Классификация систем автоматизированного проектирования (САПР).

Типовой процесс проектирования силовых элементов машин. Принципы формообразования изделий. Жизненный цикл. Назначение различных программных продуктов

Тема 1.3. Генерация сеток для численного моделирования.

Ручное построение сеток. Сетки с однородной структурой. Методы сгущения узлов. Вариации сеточных методов. Рост размерности задач при измельчении сеток. Оптимизация сеточной генерации. Выбор типа элементов. Автоматизированное построение сеток и их оптимизация в учебной свободно-распространяемой студенческой версии программы ANSYS.

Раздел 2. Оптимизация конструкций в пакетах прикладных программ.

Тема 2.1. Обратный инжиниринг.

Основы обратного проектирования и конструирования. Способы упрощения и корректировки моделей. САПР для обратного инжиниринга. Примеры систем для реконструирования. Точность реконструирования.

Тема 2.2. Параметрическая оптимизация.

Основы проектирования и конструирования моделей для параметрической оптимизации. Параметрическая оптимизация и планирование эксперимента. Проведение вычислительных экспериментов. Возможности и объективные ограничения методов параметрической оптимизации.

Тема 2.3. Топологическая оптимизация.

Процесс топологической оптимизации. Программные продукты. Эффективность метода. Верификация моделей. Замкнутый цикл топологической оптимизации. Зависимость эффективности и точности от применяемых численных методов. Вариации процессов оптимизации топологии металлургического оборудования.

Раздел 3. Производственные аспекты применения компьютерного проектирования.

Тема 3.1. Аддитивные технологии на основе компьютерного проектирования и металлургическое производство.

Получение качественных моделей и форм для промышленности. Использование станков с числовым программным управлением (ЧПУ) при

получении моделей и форм. Использование технологий объёмной печати (3D-печать) для получения моделей и форм. Репликация мастер-моделей для литья по выплавляемым моделям.

Тема 3.2. Перспективы развития технологий 3D проектирования.

Аппаратная часть и прогресс в развитии техники. Перспективные материалы и нанотехнологии. Программные продукты для моделирования жизненного цикла изделий. Моделирование получения композиционных материалов. Поисковая оптимизация составов сплавов и смесей.

Тема 3.3. Современные компьютерные технологии контроля изделий.

Компьютер для томографии в задачах анализа и контроля изделий. Использование оптических сенсоров для двумерного анализа изделий. Использование оптоволоконных инструментов в координатно-измерительных машинах. Трёхмерное сканирование в быстром производстве изделий. Линейное трёхмерное сканирование. Трёхмерное сканирование на основе фотограмметрии. Интерференционное проецирование в трёхмерном сканировании.

Раздел 4. Геометрическое моделирование и адаптация моделей для реализации технологий численного и имитационного моделирования

Тема 4.1. Программы для технологической подготовки реализации производственных процессов в литейном производстве.

Прикладные пакеты для выполнения технологической подготовки производства отливок. Преобразование 2d чертежей в трёхмерные модели отливок и литниково-питающих систем. Сканирование чертежей и их векторизация. Создание стандартных библиотек типовых элементов. Параметризация геометрических моделей. Интеграция параметризации в технологические расчёты. Особенности подготовки моделей для проведения численного моделирования технологий литья. Выполнение вспомогательных элементов технологической оснастки. Использование стандартных библиотек пресс-форм в процессах литья под давлением.

Тема 4.2. Программы для технологической подготовки реализации производственных процессов в металлургии.

Подготовка геометрических моделей и задание параметров при выполнении подготовки моделирования процессов литья слитков в металлические многоразовые формы (изложницы). Подготовка геометрических моделей и задание параметров при выполнении подготовки моделирования параметров непрерывного литья заготовок. Подготовка геометрических моделей для реализации технологий моделирования процессов обработки металлов давлением.

Тема 4.3. Интеграция технологий проектирования участков и цехов литейного и металлургического производства и методов имитационного моделирования.

Подготовка документации и входных параметров для проведения имитационного моделирования производственных участков с автоматическими линиями. Анализ и обработка результатов проведения исследования имитационных моделей.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
(Дневная форма получения образования)**

Наименование раздела и темы	Количество аудиторных часов					Количество часов	Формы контроля
	лекции	практические занятия	Семинарские занятия	лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Раздел 1. Конструирование силовых элементов машин и агрегатов металлургического производства</i>							
Тема 1.1 Основы методов и технологий компьютерного проектирования литых изделий и технологической оснастки	1			2			Э*, О**, ЗЛР***
Тема 1.2. Классификация систем автоматизированного проектирования (САПР).	1			2			Э, О, ЗЛР
Тема 1.3. Генерация сеток для численного моделирования.	1			2			Э, О, ЗЛР
<i>Раздел 2. Оптимизация конструкций в пакетах прикладных программ</i>							
Тема 2.1. Обратный инжиниринг.	2			4			Э, О, ЗЛР
Тема 2.2. Параметрическая оптимизация.	2			4			Э, О, ЗЛР
Тема 2.3. Топологическая оптимизация.	2			4			Э, О, ЗЛР
<i>Раздел 3. Производственные аспекты применения компьютерного проектирования</i>							
Тема 3.1. Аддитивные технологии на основе компьютерного проектирования и металлургическое производство.	2			4			Э, О, ЗЛР

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8
Тема 3.2. Перспективы развития технологий 3D проектирования.	2			4			Э, О, ЗЛР
Тема 3.3. Современные компьютерные технологии контроля изделий	2			4			Э, О, ЗЛР
<i>Раздел 4. Геометрическое моделирование и адаптация моделей для реализации технологий численного и имитационного моделирования</i>							
Тема 4.1. Программы для технологической подготовки реализации производственных процессов в литейном производстве.	1			2			Э, О, ЗЛР
Тема 4.2. Программы для технологической подготовки реализации производственных процессов в металлургии.	1			2			Э, О, ЗЛР
Тема 4.3. Интеграция технологий проектирования участков и цехов литейного и металлургического производства и методов имитационного моделирования.	1			2			Э, О, ЗЛР
ВСЕГО	18			36			

*- Экзамен. ** - Опрос. *** - Защита лабораторной работы.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
(Заочная форма получения образования)**

Наименование раздела и темы	Количество аудиторных часов					Кол иче ств о час	Фо рма кон тро
	лекции	практические занятия	Семинарские занятия	лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Раздел 1. Конструирование силовых элементов машин и агрегатов металлургического производства</i>							
Тема 1.1 Основы методов и технологий компьютерного проектирования литых изделий и технологической оснастки	1			2			Э*, О**, ЗЛР****
Тема 1.2. Классификация систем автоматизированного проектирования (САПР).							Э, О, ЗЛР
Тема 1.3. Генерация сеток для численного моделирования.	1			2			Э, О, ЗЛР
<i>Раздел 2. Оптимизация конструкций в пакетах прикладных программ</i>							
Тема 2.1. Обратный инжиниринг.	1						Э, О,
Тема 2.2. Параметрическая оптимизация.	1			2			Э, О, ЗЛР
Тема 2.3. Топологическая оптимизация.	1			2			Э, О, ЗЛР
<i>Раздел 3. Производственные аспекты применения компьютерного проектирования</i>							
Тема 3.1. Аддитивные технологии на основе компьютерного проектирования и металлургическое производство.							Э, О, ЗЛР

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8
Тема 3.2. Перспективы развития технологий 3D проектирования.							Э, О, ЗЛР
Тема 3.3. Современные компьютерные технологии контроля изделий	1			2			Э, О, ЗЛР
<i>Раздел 4. Геометрическое моделирование и адаптация моделей для реализации технологий численного и имитационного моделирования</i>							
Тема 4.1. Программы для технологической подготовки реализации производственных процессов в литейном производстве.							Э, О, ЗЛР
Тема 4.2. Программы для технологической подготовки реализации производственных процессов в металлургии.							Э, О, ЗЛР
Тема 4.3. Интеграция технологий проектирования участков и цехов литейного и металлургического производства и методов имитационного моделирования.							Э, О, ЗЛР
ВСЕГО	6			10			

*- Экзамен. ** - Опрос. *** - Защита лабораторной работы.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Список литературы

Основная литература

1. Алямовский, А. А. SolidWorks / COSMOSWorks 2006-2007: инженерный анализ методом конечных элементов / А. А. Алямовский. - Москва: ДМК, 2007. - 783 с.
2. Буснюк, Н. Н. Математическое моделирование: учебное пособие / Н. Н. Буснюк, А. А. Черняк. - Минск: Беларусь, 2014. - 213с.
3. SolidWorks 2007/2008: компьютерное моделирование в инженерной практике / А. А. Алямовский [и др.]. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2008. - 1028 с.
4. Леушин, И. О. Моделирование процессов и объектов в металлургии: учебник для вузов / И. О. Леушин. - Москва: ФОРУМ, 2013. - 206 с.

Дополнительная литература

5. Басов, К. А. ANSYS для конструктора / К. А. Басов. - Москва : ДМК Пресс, 2009. - 247 с.
6. Безукладников, И. И. Нейро-нечеткое управление процессом подачи проволочного материала в аддитивных технологиях семейства FDM / И. И. Безукладников, Ю. Н. Хижняков, А. А. Южаков // Электротехника. - 2017. — № 11. — С. 3—6.
7. Дударева, Н. Ю. SolidWorks 2009 на примерах / Н. Дударева, С. Загайко. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2009. - 528 с.
8. Влияние отжига на структуру и свойства титанового сплава медицинского назначения с ячеистой структурой / С. И. Степанов [и др.] // Металловедение и термическая обработка металлов. - 2018. — № 5. — С. 42—48.
9. Влияние химического состава порошкового сырья на прочность материала после селективного лазерного плавления / Б. К. Барахтин [и др.] // Металловедение и термическая обработка металлов. - 2018. — № 6. — С. 48—52.
10. Гайсин, Ал. Ф. Электролитно-плазменная обработка поверхности детали, изготовленной с применением аддитивной технологии / Ал. Ф. Гайсин, А. Х. Гильмутдинов, Д. Н. Мирханов // Металловедение и термическая обработка металлов. - 2018. — № 2. — С. 69—74.
11. Зарубин В.С. Математическое моделирование в технике: Учебник для вузов – М.: МГТУ им. Баумана, 2003. – 496 с.
12. Зленко, М. А. Аддитивные технологии в опытном литейном производстве / М. А. Зленко, П. В. Забеднов // Металлургия машиностроения. - 2013. — № 3. — С. 43—47.
13. Козлов В.Н. Аддитивные кусочно-линейные разностные схемы для анализа электрических цепей // Известия АН. сер. Энергетика = 2002. - N4.- С.83-91.
14. Михайловская, С. В. На пороге четвертой промышленной / Снежана Михайловская // Беларуская думка. - 2018. — № 2. — С. 56—62.

15. Михайловская, С. В. Начало большого пути / Снежана Михайловская // Экономика Беларуси. - 2018. — № 1. — С. 72—77.

16. Новик Ф.С., Арсов Я.Б. Оптимизация процессов технологии металлов методами планирования экспериментов. – М.: Машиностроение, 1980. – 304с.

17. Прямое изготовление металлических деталей с применением LOM-технологии / Н. К. Толочко [и др.] // Литье и металлургия. - 2018. — № 1. — С. 137—143.

18. Проектирование систем контроля и автоматического регулирования металлургических процессов: учеб. пособие по курсовому и диплом. проектированию / под общ. ред. Г. М. Глинкова. - 2-е изд., перераб. и доп.. - Москва : Металлургия, 1986. - 344с.

19. Степанов , Ю. В. Оптимизация и параметризация чертежей в среде AUTOCAD : учебное пособие / Ю. В. Степанов. - Москва : МЭИ, 1999. - 32 с

20. Тарасик В.П. Математическое моделирование технических систем: Учебник для вузов. – Минск: ДизайнПРО, 1997. – 640 с.

21. Ультразвуковые способы повышения качества поверхности изделий, полученных методом селективного лазерного сплавления порошков коррозионно-стойких сталей / В. А. Александров [и др.] // Металловедение и термическая обработка металлов. - 2018. — № 6. — С. 42—47.

22. <http://www.elina-computer.ikaz.ru/>

23. <http://www.3ds.com/>

24. <http://www.adem.ru/>

25. <http://www.ansys.ru/>

26. <http://www.apm.ru/>

27. <http://www.arenasimulation.com/>

28. <http://www.ascon.ru/>

29. <http://www.autodesk.ru/>

30. [http://www.autoform.com/.](http://www.autoform.com/)

31. <http://www.bee-pitron.ru/>

32. <http://www.bham.ac.uk/>

33. <http://www.bmstu.ru/>

34. <http://www.cadcamcae.lv/>

35. <http://www.cadfem.ru/>

36. <http://www.cals.ru/>

37. <http://www.calscenter.com/>

38. <http://www.calsnet.ru/>

39. <http://www.cam.ac.uk/>

40. <http://www.camwork.de/>

41. <http://www.castech.fi/>

42. <http://www.cimatron.com>

43. <http://www.cimdata.com/>

44. <http://www.cnews.ru/news/top/index.shtml/2006/12/12/227859>

45. <http://www.columbia.edu/>

46. <http://www.cosmosm.com/>

47. <http://www.csoft.ru/>

48. <http://www.deform.com/>
49. <http://www.delcam.com/>
50. <http://www.extendsim.com>
51. <http://www.fidia.it/>
52. <http://www.flow3d.ru/>
53. <http://www.focad.ru/>
54. <http://www.gartner.com/>
55. <http://www.gpss.ru/>
56. <http://www.intermech.host.ru/>
57. <http://www.ispu.ru/>
58. <http://www.ledas.com/>
59. <http://www.lotsia.com/>
60. <http://www.lvm.mkmssoft.ru/>
61. <http://www.magmasoft.com/>
62. <http://www.mai.ru/>
63. <http://www.mathworks.com/>
64. <http://www.mati.ru/>
65. <http://www.minutemansoftware.com/>
66. <http://www.mit.edu/>
67. <http://www.moldflow.com/>
68. <http://www.mscsoftware.ru/>
69. <http://www.nicask.ru/>
70. <http://www.nicask.ru/cals/>
71. <http://www.opencascade.org/>
72. <http://www.procasts.com/>
73. <http://www.ptc.com/ russia/>
74. <http://www.purdue.edu/>
75. <http://www.samgtu.ru/>
76. <http://www.sapr.ru/>
77. <http://www.solidworks.ru/>
78. <http://www.solver.ru/>
79. <http://www.spatial.com/>
80. <http://www.sprut.ru/>
81. <http://www.ssau.ru/>
82. <http://www.stankm.ru/>
83. <http://www.systemdynamics.org/>
84. <http://www.tehnopro.com/>
85. <http://www.thesis.com.ru/>
86. <http://www.think3.com/>
87. <http://www.tu-brynsk.ru/>
88. <http://www.ugs.ru/>
89. <http://www.vstu.ru>
90. <http://www.xjtek.ru/>
91. <http://www.smlib.com/>

Характеристика рекомендуемых методов и технологии обучения

Рекомендуемыми методами обучения, отвечающими целям изучения дисциплины, являются:

- элементы проблемного обучения (проблемное изложение, вариативное изложение, частично-поисковый метод), реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы учебно-исследовательской деятельности, реализуемые на лабораторных занятиях и при самостоятельной работе;
- коммуникативные технологии (дискуссия, учебные дебаты, «мозговой штурм» и другие формы и методы), реализуемые на лабораторных занятиях и конференциях.

Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы магистрантов

При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- решение индивидуальных заданий;
- подготовка рефератов по индивидуальным темам, в том числе с использованием патентных материалов;
- подготовка сообщений, тематических докладов, презентаций по заданным темам;
- выполнение патентно-информационного поиска;
- проработка тем (вопросов), вынесенных на самостоятельное изучение;
- изготовление макетов и 3d печать моделей, созданных обучающимся;
- составление тематической подборки литературных источников, интернет-источников.

Перечень рекомендуемых средств диагностики

Для оценки достижений магистранта рекомендуется использовать следующий диагностический инструментарий:

- устный и письменный опрос во время лабораторных занятий;
- проведение текущих контрольных работ (заданий) по отдельным темам;
- защита выполненных на лабораторных занятиях индивидуальных заданий;
- собеседование при проведении индивидуальных и групповых консультаций;
- выступление магистранта на конференции по подготовленному докладу, затрагивающему тематику курса и индивидуальной научной работы;
- сдача экзамена.

Требования к магистрантам при прохождении текущей аттестации
Обучающиеся допускаются к сдаче экзамена по учебной дисциплине

при условии выполнения всех видов работ, предусмотренных настоящей учебной программой.

При прохождении текущей аттестации магистрантам запрещается пользоваться учебными изданиями, записями, конспектами, мобильными телефонами и другими средствами хранения и передачи информации.

Критерии оценок результатов учебной деятельности

При оценке знаний студента в баллах по десятибалльной шкале применяются критерии оценки результатов деятельности обучающихся в учреждениях высшего образования по десятибалльной шкале (письмо Министерства образования Республики Беларусь от 28.05.2013 г. №09-10/53-ПО).

Примерный перечень тем лабораторных занятий

1. Создание геометрии сборки в 3d.
2. Импорт и подготовка 3D моделей.
3. Восстановление геометрии моделей методами оптического распознавания и лазерного сканирования деталей.
4. Применение технологий трёхмерного проектирования для изготовления технологической оснастки.
 1. Изучение параметров создания сеточных моделей.
 5. Изучение процессов исправления и регенерации моделей.
 6. Изучение возможностей программных продуктов для параметрической оптимизации.
 7. Изучение возможностей программных продуктов для топологической оптимизации.

Примерный перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы

1. Компьютер для томографии в задачах анализа и контроля изделий.
2. Использование оптических сенсоров для двумерного анализа изделий.
3. Использование оптоволоконных инструментов в координатно-измерительных машинах.
4. Трёхмерное сканирование в быстром производстве изделий.
Линейное трёхмерное сканирование.
5. Трёхмерное сканирование на основе фотограмметрии.
6. Прикладные пакеты для выполнения технологической подготовки производства отливок.
7. Преобразование 2d чертежей в трёхмерные модели отливок и литниково-питающих систем.
8. Сканирование чертежей и их векторизация.
9. Создание стандартных библиотек типовых элементов.
Параметризация геометрических моделей.

10. Интеграция параметризации в технологические расчёты.
11. Особенности подготовки моделей для проведения численного моделирования технологий литья.
12. Выполнение вспомогательных элементов технологической оснастки.
13. Использование стандартных библиотек пресс-форм в процессах литья под давлением.
14. Подготовка геометрических моделей и задание параметров при выполнении подготовки моделирования процессов литья слитков в металлические многоразовые формы (изложницы).
15. Подготовка геометрических моделей и задание параметров при выполнении подготовки моделирования параметров непрерывного литья заготовок.
16. Подготовка геометрических моделей для реализации технологий моделирования процессов обработки металлов давлением.
17. Подготовка документации и входных параметров для проведения имитационного моделирования производственных участков с автоматическими линиями.
18. Анализ и обработка результатов проведения исследования имитационных моделей.
19. Типовой процесс проектирования силовых элементов машин.
20. Принципы формообразования изделий.
21. Жизненный цикл. Назначение различных программных продуктов
22. Ручное построение сеток.
23. Сетки с однородной структурой. Методы сгущения узлов.
24. Вариации сеточных методов.
25. Рост размерности задач при измельчении сеток.
26. Оптимизация сеточной генерации.
27. Выбор типа элементов.
28. Автоматизированное построение сеток и их оптимизация в учебной свободно-распространяемой студенческой версии программы ANSYS.
29. Основы обратного проектирования и конструирования.
30. Способы упрощения и корректировки моделей.
31. САПР для обратного инжиниринга.
32. Примеры систем для реконструирования. Точность реконструирования.
33. Основы проектирования и конструирования моделей для параметрической оптимизации.
34. Параметрическая оптимизация и планирование эксперимента.
35. Проведение вычислительных экспериментов.
36. Возможности и объективные ограничения методов параметрической оптимизации.
37. Процесс топологической оптимизации. Программные продукты. Эффективность метода. Верификация моделей.
38. Замкнутый цикл топологической оптимизации.

39. Зависимость эффективности и точности от применяемых численных методов.
40. Вариации процессов оптимизации топологии металлургического оборудования.
41. Получение качественных моделей и форм для промышленности.
42. Использование станков с числовым программным управлением (ЧПУ) при получении моделей и форм.
43. Использование технологий объёмной печати (3D-печать) для получения моделей и форм.
44. Репликация мастер-моделей для литья по выплавляемым моделям.
45. Аппаратная часть и прогресс в развитии техники.
46. Перспективные материалы и нанотехнологии.
47. Программные продукты для моделирования жизненного цикла изделий.
48. Моделирование получения композиционных материалов.
49. Поисковая оптимизация составов сплавов и смесей.
50. Аддитивные технологии и литейное производство.
51. Получение качественных моделей и форм для литейного производства.
52. Использование станков с ЧПУ при получении моделей и форм.
53. Использование технологий объёмной печати (3D-печати) для получения моделей и форм для литейного производства.
54. Тиражирование мастер-моделей для литья по выплавляемым моделям.
55. Современные технологии контроля продукции.
56. Использование оптических датчиков для двумерного анализа продуктов.
57. Использование оптоволоконных инструментов в координатно-измерительных машинах.
58. Перспективные материалы и нанотехнологии. Программные продукты для моделирования жизненного цикла продуктов 3D-прототипирования.
59. Классификация систем и методов автоматизированного проектирования.
60. Общие основы и организация проектирования печей.
61. Современное программное обеспечение для выполнения проектных работ.
62. Исходные положения и принципиальные технические решения при разработке проектов печей.
63. Оптимизация параметров теплотехнологических установок. Выбор, расчёт и размещение оборудования в цехе.
64. Многовариантные расчёты теплотехнологических агрегатов и печей. Подбор параметров. Создание сценариев. Поиск оптимальных решений задач проектирования печей средствами Excel.
65. Оптимизация параметров футеровки печей различного назначения.

66. Разработка сборочных и рабочих чертежей печей с использованием пакетов прикладных программ.

67. Проектирование элементов конструкций печных ограждений, топливосжигающих, теплоутилизационных и газоочистных установок.

68. Проектирование печей и газоочисток с использованием пакетов трехмерного моделирования КОМПАС, SOLIDWORKS

69. Общие принципы моделирования в SOLIDWORKS. Порядок работы при создании детали и сборки. Интерфейс системы. Приёмы создания модели. Редактирование модели.

70. Проектирование печей с использованием пакетов прикладных программ SOLIDWORKS

71. Подготовка модели САПР.

72. Спецификация интерфейса STL.

73. 3D сканирование на основе фотограмметрии.

74. Интерференционная проекция в трехмерном сканировании

75. Обратный инжиниринг.

76. Основы реверс-инжиниринга и дизайна.

77. САПР для реверс-инжиниринга.

78. Примеры систем для реконструкции. Точность реконструкции.

79. Перспективы развития технологий компьютерного проектирования.

80. Аппаратное обеспечение и прогресс в развитии технологий.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Оборудование в металлургии и литейном производстве	МиТОМ	нет	02.05.2019 № 6
Современное оборудование для обработки материалов давлением	МиТОМ	нет	02.05.2019 № 6
Современные технологии в метизном производстве	МиТОМ	нет	02.05.2019 № 6
Современные технологии плавки чёрных и цветных металлов	МиТОМ	нет	02.05.2019 № 6

Зав.кафедрой
«Металлургия и технологии
обработки материалов»

Ю.Л.Бобарикин

