

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

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор ГГТУ им. П.О.Сухого

_____ О.Д.Асенчик
(подпись)

_____ 07.07. 2020
(дата утверждения)

Регистрационный № УД – 33 – 84 /уч.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОМД

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности

1-36 01 05

«Машины и технология обработки материалов
давлением»

Учебная программа составлена на основе:
образовательного стандарта ОСВО 1-36 01 05-2019;
учебных планов учреждения образования «Гомельский
государственный технический университет имени П.О. Сухого»
специальности 1-36 01 05 «Машины и технология обработки материалов
давлением» рег. № I 36-1-03/уч. от 06.02.2019, № I 36-1-14/уч. от 06.02.2019.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Жаранов Виталий Александрович, старший преподаватель кафедры
«Металлургия и технологии обработки материалов» учреждения образования
«Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

РЕЦЕНЗЕНТ:

Титов Михаил Игоревич – ведущий инженер-технолог прокатного
отдела технического управления ОАО «БМЗ»- управляющая компания
холдинга «БМК»

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Металлургия и технологии обработки материалов»
учреждения образования «Гомельский государственный технический
университет имени П.О. Сухого»
(протокол № 5 от 05.05.2020);

Научно-методическим советом механико-технологического факультета
учреждения образования «Гомельский государственный технический
университет имени П.О. Сухого»
(протокол № 5 от 06.05.2020);

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский
государственный технический университет имени П.О. Сухого»
(протокол № 5 от 25.06.2020г.).

Регистрационный номер МТФ УД 097-18/уч.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа дисциплины «Математическое моделирование процессов ОМД» подготовлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта ОСВО 1-36 01 05-2019; учебных планов учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» специальности 1-36 01 05 «Машины и технология обработки материалов давлением».

Учебная программа предусматривает изучение практических основ использования математических методов при решении технических проблем.

В соответствии с требованиями государственного стандарта студент должен владеть навыками работы на современной вычислительной технике, знать и уметь пользоваться стандартными пакетами прикладных программ, разрабатывать авторские программные средства, непосредственно связанные со спецификой изучаемых дисциплин.

Для выполнения этих требований необходимо изучение комплексного курса, объединяющего в себе элементы программирования, вычислительной техники, моделирования, теории и технологии обработки металлов давлением. Таким образом, изложенные ниже основы моделирования и проектирования процессов обработки металлов давлением (ОМД) необходимы студентам для получения навыков работы на персональных компьютерах с использованием знаний основ теории и технологии обработки металлов давлением.

В результате студенты должны получить определённые компетенции: готовность использовать базы данных, пакеты прикладных программ и средства компьютерной графики для решения профессиональных задач; автоматизированные системы проектирования; способность на основе системного подхода строить модели для описания и прогнозирования явлений, осуществлять их качественный и количественный анализ с оценкой пределов применимости полученных результатов.

Методологические основы теории обработки металлов давлением построены на применении методов механики сплошных сред. Во второй половине XX века сформировался наиболее сложный раздел механики — механика обработки металлов давлением, основной задачей которого является изучение больших пластических деформаций и конечного формоизменения заготовки, обладающей сложными реологическими свойствами. Это позволяло изучать процессы упрочнения и разупрочнения, а также эволюцию структурного состояния деформируемого тела. В механике обработки металлов давлением произошли качественные изменения в связи с развитием компьютерного моделирования технологических процессов, основанных на применении метода конечных элементов (КЭ-метода).

Автоматизированное проектирование позволяет значительно сократить субъективизм при принятии решений, повысить точность расчётов, выбрать наилучшие варианты для реализации на основе строгого математического анализа различных вариантов проекта с оценкой технических,

технологических и экономических характеристик производства и эксплуатации проектируемого объекта, значительно повысить качество конструкторской документации, существенно сократить сроки проектирования и передачи конструкторской документации в производство, эффективнее использовать современное технологическое оборудование с программным управлением.

Цель и задачи учебной дисциплины

Цель курса – освоение студентами теоретических и практических навыков моделирования разнообразных аспектов технологии и применяемого оборудования реального производства с использованием современных средств компьютерной техники и прикладного программного обеспечения, получение практических знаний по оптимизации сложных технических систем, проектированию новых и совершенствованию существующих технологических процессов.

Место учебной дисциплины

Дисциплина «Математическое моделирование процессов ОМД» занимает важное место в системе подготовке специалиста с высшим образованием в области современного машиностроительного производства.

Требования к освоению учебной дисциплины

В результате изучения дисциплины студенты должны:

знать:

- теорию оптимизации и методы математического моделирования процессов ОМД;
- методы анализа исходных данных и полученных результатов при использовании математических моделей;

уметь:

- применять знания в области математического моделирования технологических объектов при получении металлопродукции;
- проводить сравнительный анализ методов построения моделей технологических процессов с использованием современных средств компьютерной техники.

владеть:

- навыком составлять, проверять на адекватность и использовать на практике математические модели применительно к процессам и оборудованию ОМД.
- методами построения математических моделей технических объектов.
- методами построения моделей для описания технологического процесса.
- методами решения уравнений математической физики;
- численными методами (решения профильных задач) и принципами их реализации на базовых объектах;
- методами структурной и параметрической идентификации математических моделей.

Требования к компетентности специалиста

Специалист, освоивший содержание образовательной программы по специальности, должен обладать следующей специализированной компетенцией:

СК-9. Знать методы построения математических моделей технологических процессов и машин обработки материалов давлением, алгоритмы и методы исследования математических моделей, численные методы программной реализации алгоритмов исследования математических моделей

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечить формирование следующих компетенций:

Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

Владеть системным и сравнительным анализом.

Владеть исследовательскими навыками.

Уметь работать самостоятельно.

Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

Использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности.

Применять соответствующий физико-математический аппарат, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в физике, химии, экологии для решения проблем, возникших в ходе профессиональной деятельности.

Владеть навыками здоровьесбережения.

Быть способным к критике и самокритике.

Уметь работать в коллективе.

Самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности.

Создавать условия для соответствия режимов работы агрегатов (поточных линий, технологических участков) действующим правилам и нормам, используя результаты (данные) технологического процесса производства.

Проводить технические разработки и на их основе принимать на современном уровне инженерные решения по уменьшению материале- и энергоёмкости производства.

Связь с другими учебными дисциплинами

Учебная дисциплина базируется на знаниях, полученных при изучении таких курсов, как «Математика», «Информатика», «Прикладная механика», «Инженерная графика».

Знания и умения, полученные студентами при изучении данной учебной дисциплины, необходимы для освоения последующих специальных дисциплин, связанных с процессами обработки материалов, способами упрочнения заготовок, проектированием цехов, способами переработки

отходов производства и потребления, ресурсо- и энергоэффективностью.

Общее количество часов и распределение аудиторного времени по видам занятий

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины в соответствии с учебным планом: 162 часа.

Трудоёмкость учебной дисциплины, выраженная в зачётных единицах, составляет 3 зачётных единиц для набора 2018 года и 4 зачётных единицы для набора студентов с 2019 года.

Форма получения высшего образования: дневная.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам:

Вид занятий, курс, семестр	Дневная
Курс	3
Семестр	5
Лекции (часов)	34
Лабораторные занятия (часов)	51
Практические занятия (часов)	-
Всего аудиторных (часов)	85
Форма текущей аттестации по учебной дисциплине	
Экзамен (семестр)	5

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Основы моделирования процессов обработки металлов давлением.

Тема 1.1. Общие сведения о моделировании технических систем.

Методология автоматизированного проектирования. Структура и параметры объектов проектирования. Особенности технологии автоматизированного проектирования. Постановка задач проектирования. Классификация математических моделей. Режимы функционирования технических объектов. Математические модели технических объектов на микроуровне. Объекты проектирования на микроуровне. Основы построения математических моделей на микроуровне. Модели тепловых систем на микроуровне. Модели гидравлических систем на микроуровне. Модели механических систем на микроуровне. Приближенные математические модели технических объектов на микроуровне. Математические модели простых дискретных элементов технических объектов. Объекты проектирования на макроуровне. Динамическая модель технического объекта на макроуровне. Представление математической модели в безразмерном виде. Основы теории подобия.

Тема 1.2. Численные методы решения систем алгебраических уравнений.

Метод простой итерации. Метод Зейделя. Методы релаксации. Метод Ньютона. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Метод Гаусса. Метод ЛН разложения. Решение систем линейных алгебраических уравнений с ленточными матрицами. Численные методы интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений. Погрешности численных методов интегрирования. Устойчивость численных методов интегрирования. Выбор шага интегрирования. Одношаговые методы интегрирования. Многошаговые методы интегрирования. Методы прогноза и коррекции. Неявные методы интегрирования. Алгоритмы неявных методов интегрирования. Численные методы (метод конечных разностей, метод конечных элементов) и принципы их реализации на базовых объектах. Основы применения численных методов. Метод конечных элементов. Область применения метода. Генерация конечно-элементной сетки. Особенности решения задач в металлургии и смежных отраслях. Метод конечных разностей. Метод конечных объёмов.

Тема 1.3. Научные основы компьютерного моделирования процессов обработки металлов давлением.

Напряженное состояние. Деформированное состояние. Основные уравнения. Определяющие соотношения. Закономерности упрочнения и разупрочнения сталей и сплавов при пластической деформации и рекристаллизации. Физические основы и феноменологические модели трения. Модели и методы определения остаточного напряженного состояния.

Математическое моделирование остаточных напряжений. Методологические основы конечно-элементного моделирования технологических процессов ОМД. Вариационный метод решения краевой задачи механики обработки металлов давлением. Общие положения метода конечных элементов. Тепловая задача обработки металлов давлением. Развитие конечно-элементного моделирования процессов обработки металлов давлением с применением структурно-чувствительной модели деформируемого тела. Основные понятия и содержание автоматизированного проектирования. Программное обеспечение, структура и классификация САПР. Содержание процесса разработки систем автоматизированного проектирования. Цели и задачи проектирования технологических процессов

Тема 1.4. Моделирование и анализ вероятностных систем.

Базовые термины. Измерения, шкалы и величины. Генеральная совокупность. Выборка. Функции распределения. Моделирование случайных величин. Основные свойства случайных процессов. Моделирование реализаций случайных процессов. Оценки вероятностных характеристик реализаций случайных процессов. Определение статистических оценок вероятностных характеристик случайных процессов. Статистические гипотезы и критерии. Описательная статистика. Дисперсионный анализ. Однородность. Критерий Фишера. Критерий Кохрена. Критерий Бартлетта. Критерий знаков. Тест Левина. Достоверности совпадений и различий для порядковой шкалы. Достоверности совпадений и различий для дихотомической шкалы. Критерии согласия. Критерий согласия Пирсона. Критерий Колмагорова. Критерий Колмагорова-Смирнова. Критерий Крамера-Мизеса-Смирнова. Метод моментов. Параметрические критерии. Критерий Стьюдента. Z-критерий. Однофакторный анализ ANOVA. Критерий множественных сравнений. Непараметрические критерии. Линейные и нелинейные зависимости. Регрессия. Коэффициент корреляции. Линейная регрессия. Нелинейные зависимости. Аппроксимация и идентификация параметров. Коэффициенты корреляции Пирсона и Спирмена. Градуировка. Таблицы сопряженности. Корреляции качественных признаков. Риски и шансы. Исключение грубых погрешностей/ Критерии Райта и правило «трех сигм» Критерий Романовского. Критерий Шарлье.

Раздел 2. Практические аспекты моделирования технологических процессов и технических систем.

Тема 2.1. Построение математических моделей методами математического планирования. Поиск оптимальных параметров технологических процессов.

Экспериментальные факторные математические модели. Особенности экспериментальных факторных моделей. Основные принципы планирования эксперимента. План эксперимента. Регрессионный анализ. Оценка параметров регрессионной модели. Планы экспериментов и их свойства.

План однофакторного эксперимента. План полного факторного эксперимента. План дробного факторного эксперимента. Генерирующие соотношения и определяющие контрасты. Статистический анализ результатов активного эксперимента. Определение коэффициентов регрессионной модели и проверка их значимости. Проверка адекватности и работоспособности регрессионной модели. Планы второго порядка. Регрессионный анализ результатов вычислительного эксперимента на детерминированной математической модели. Получение математической модели на основе пассивного эксперимента.

Тема 2.2. Модернизация технологических процессов обработки металлов давлением на основе результатов моделирования.

Средства для решения задач математического моделирования. Реализация в среде MathCAD моделей на основе системы дифференциальных уравнений. Реализация в среде MathCAD моделей на основе интегральных уравнений энергетического баланса. Реализация поиска экстремума функций в среде MathCAD. Средства пакета прикладных программ Ansys для решения задач пластической деформации металла. Моделирование с помощью пакета Ansys процесса осадки бруса. Моделирование с помощью пакета Ansys процесса листовой прокатки. Исследование и модернизация процессов интенсивной пластической деформации. Исследование процесса равноканального углового прессования. Исследование напряжённо-деформированного состояния при толстолистовой прокатке. Компьютерное моделирование и совершенствование процесса толстолистовой прокатки. Сравнительный анализ деформированного состояния заготовок при прокатке по существующему и новому способам. Компьютерное моделирование процесса обжатия заготовок в трёхвалковом стане винтовой прокатки. Постановка задачи компьютерного моделирования и планирование вычислительного эксперимента. Анализ результатов исследования. Компьютерное моделирование процесса прошивки заготовки и оценка адекватности результатов решения задач с результатами промышленного эксперимента. Исследование геометрии очага деформации при винтовой прошивке заготовки. Расчёт энергосиловых параметров процесса прошивки заготовки в двухвалковом стане с грибовидными валками. Исследование точности труб. Продольная прокатка труб. Исследование формоизменения металла при раскатке гильзы на короткой оправке от показателей её овальности и кинематическом натяжении на выходе трубы из валков. Пример расчёта таблицы прокатки с увеличенным коэффициентом вытяжки при раскатке труб на короткой оправке. Исследование процесса редуцирования труб. Моделирование процесса высадки концов бурильных и насосно-компрессорных труб. Технология и оборудование для высадки концов труб. Особенности постановки задач компьютерного моделирования процесса высадки концов труб. Планирование вычислительного эксперимента. Решение температурных задач. Анализ результатов компьютерного моделирования процесса высадки концов труб. Исследование процесса

раздачи труб на оправке и разработка способа повышения точности внутреннего канала труб. Особенности формоизменения при раздаче на оправке. Точность труб и оценка эффективности калибрования на оправке. Оптимальная форма оправки для калибрования внутреннего канала труб. Исследование процессов изготовления биметаллических насосно-компрессорных труб способами раздачи на оправке и гидравлической раздачи. Способы производства труб в коррозионностойком исполнении. Постановка задачи и план вычислительного эксперимента. Результаты исследования формоизменения и напряжённого состояния биметаллических труб при разных способах и режимах раздачи. Исследование остаточного напряжённого состояния в холоднодеформированных трубах после волочения. Характер распределения остаточных напряжений в трубах.

Тема 2.3. Оптимизация параметров технических систем.

Принцип локальной оптимизации в методологии автоматизированного проектирования. Основные понятия и определения параметрической оптимизации. Определение экстремума аналитической целевой функции. Поисковая оптимизация. Постановка задач оптимизации. Формирование целевой функции в многокритериальной задаче оптимизации. Выбор управляемых параметров. Методы поиска экстремума целевой функции. Методы безусловной оптимизации. Оптимизация в условиях сложного рельефа поверхности целевой функции. Оптимизация параметров технических систем с учётом ограничений.

Тема 2.4. Особенности математического моделирования технологических процессов в металлургии и в процессах обработки материалов давлением.

Теоретические и практические аспекты использования теории вероятностей для моделирования, анализа и оптимизации технических систем и процессов. Оптимизация конструкции деталей и узлов с использованием прикладных программ. Моделирование процессов динамики жидкости и газа. Методы искусственного интеллекта. Метод нейронных сетей. Практическое применение. Расчёт и анализ усадочных дефектов и напряжений. Нагрев заготовок. Обмен информацией между пакетами моделирования. Конвертеры файлов. Нейтральные форматы. Групповое взаимодействие при проектировании.

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

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР*	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Основы моделирования процессов обработки металлов давлением.							
1.1	Общие сведения о моделировании технических систем.	3			4			устный опрос, защита лаб. работы, экзамен
1.2	Численные методы решения систем алгебраических уравнений.	4			6			устный опрос, защита лаб. работы, экзамен
1.3	Научные основы компьютерного моделирования процессов обработки металлов давлением.	4			6			устный опрос, защита лаб. работы, экзамен
1.4	Моделирование и анализ вероятностных систем.	6			8			устный опрос, защита лаб. работы, экзамен
2	Практические аспекты моделирования технологических процессов и технических систем.							
2.1	Построение математических моделей методами математического планирования. Поиск оптимальных параметров технологических процессов.	4			6			устный опрос, защита лаб. работы, экзамен
2.2	Модернизация технологических процессов обработки металлов давлением на основе результатов моделирования.	6			9			устный опрос, защита лаб. работы, экзамен

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2.3	Оптимизация параметров технических систем.	3			6			устный опрос, защита лаб. работы, экзамен
2.4	Особенности математического моделирования технологических процессов в металлургии и в процессах обработки материалов давлением.	4			6			устный опрос, защита лаб. работы, экзамен
	Всего (часов):	34			51			

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Список литературы

Основная литература

1. Буснюк, Н. Н. Математическое моделирование : учебное пособие / Н. Н. Буснюк, А. А. Черняк. - Минск : Беларусь, 2014. – 213 с.
2. Голубева, Н. В. Математическое моделирование систем и процессов : учебное пособие / Н. В. Голубева. - Изд. 2-е. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2016. - 191 с.
3. Зарубин В.С. Математическое моделирование в технике: Учебник для вузов – М.: МГТУ им. Баумана, 2003. – 496 с.
4. Кангин, В. В. Математическое моделирование процессов в машиностроении : учебное пособие для вузов / В. В. Кангин, В. Н. Меретюк. - Старый Оскол : ТНТ, 2018. - 323 с.
5. Леушин, И. О. Моделирование процессов и объектов в металлургии : учебник для вузов / И. О. Леушин. - Москва : ФОРУМ, 2013. - 206 с
6. Овечкин, Г. В. Компьютерное моделирование : учебник / Г. В. Овечкин, П. В. Овечкин. - Москва : Академия, 2015. – 217 с.
7. Промышленные теплотехнологии / В. И. Тимошпольский [и др.] ; под общ. ред. В. И. Тимошпольского, А. П. Несенчука. - Минск : Вышэйшая школа, 2000. - 320 с.
8. Советов Б. Я. Моделирование систем : учебник для вузов. - Изд. 5-е, стер.. - Москва : Высш. шк., 2007. - 343 с.

Дополнительная литература

9. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – М.: Наука, 1976. – 279 с.
10. Арутюнов В. А. Математическое моделирование тепловой работы промышленных печей: учебник для вузов / под науч. ред. В. А. Арутюнова. - Москва: Металлургия, 1990. - 238с.
11. Боровиков, С. М. Теоретические основы конструирования, технологии и надежности / С. М. Боровиков. - Минск: ДизайнПРО, 1998. - 335 с
12. Гун, Г. Я. Математическое моделирование процессов обработки металлов давлением : учеб. пособие для вузов / Г. Я. Гун ; под ред. П. И. Полухина. - Москва : Металлургия, 1983. - 352 с.
13. Исаев, Г. Н. Моделирование информационных ресурсов: теория и решение задач: учебное пособие для вузов / Г. Н. Исаев. - Москва : Альфа-М: ИНФРА-М, 2011. - 223 с.
14. Климович Ф.Ф., Присевок А.Ф. Математическое моделирование технологических задач в машиностроении: Учебно-методическое пособие по лабораторным работам для студентов машиностроительных специальностей вузов. – Минск: БГПА, 2000. – 88 с.

15. Королев, А. Л. Компьютерное моделирование: лабораторный практикум / А. Л. Королев. - Москва : Бином. Лаборатория знаний, 2015. - 296 с.
16. Кундас С. П. Компьютерное моделирование процессов термической обработки сталей : монография. - Минск : Бестпринт, 2005. - 313 с.
17. Математическое моделирование конвективного теплообмена на основе уравнений Навье-Стокса / АН СССР, Ин-т проблем механики; В. И. Полежаев и др.; отв. ред. В. С. Авдеевский. - Москва : Наука, 1987. - 271с.
18. Практикум по автоматике: Математическое моделирование систем автоматического регулирования: учеб. пособие / Под ред. Б.А.Карташова. - Москва: КолосС, 2006. - 183с.
19. Советов Б. Я. Моделирование систем : учебник для вузов. - Изд. 5-е, стер.. - Москва : Высш. шк., 2007. - 343 с.
20. Тарасик В.П. Математическое моделирование технических систем: Учебник для вузов. – Минск: ДизайнПРО, 1997. – 640 с.
21. Ящерицын П.И., Махаринский Е.И. Планирование эксперимента в машиностроении: Справ. пособие. – Мн.: Выш. шк., 1985. - 286 с.

Электронный учебно-методические документы

1. Жаранов В. А. Математическое моделирование технологических процессов: электронный учебно-методический комплекс дисциплины / В. А. Жаранов; кафедра "Металлургия и литейное производство". - Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2012 - 1 папка Режим доступа: <http://elib.gstu.by/handle/220612/2206>
2. Математическое моделирование технологических процессов [Электронный ресурс]: курс лекций по одноименной дисциплине для студентов специальности 1-36 02 01 "Машины и технология литейного производства" дневной и заочной форм обучения/ В. А. Жаранов; каф. «Машины и технология литейного производства» . - Гомель : ГГТУ, 2009. - 120 с. Режим доступа: <http://elib.gstu.by/handle/220612/1680>
3. Основы проектирования процессов непрерывного прессования металлов / Ю.В. Горохов, В.Г. Шеркунов, Н.Н. Довженко и др. ; Сибирский федеральный университет. – Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2013. – 223 с. : табл., ил., граф., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364049> (дата обращения: 24.11.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7638-2768-2. – Текст : электронный.

Характеристика рекомендуемых методов и технологий обучения

Основными 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, реализуемые в виде дискуссий или докладов на практических занятиях и конференциях;
- решение проблемных вопросов в виду учебных дебатов, «мозгового штурма» и т.п. с использованием наглядных пособий, информационных технологий, навыков анализа и самостоятельности принятия инженерных решений.

Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов

При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- решение индивидуальных задач;
- выполнение индивидуальных расчётных заданий с консультациями преподавателя;
- проработка тем (вопросов), вынесенных на самостоятельное изучение;
- подготовка сообщений, тематических докладов, презентаций по заданным темам.

Перечень рекомендуемых средств диагностики

Оценка уровня знаний студента производится по десятибалльной шкале.

Для оценки достижений студента рекомендуется использовать следующий диагностический инструментарий:

- устный и письменный опрос во время лабораторных занятий;
- защита выполненных на лабораторных занятиях индивидуальных заданий;
- защита выполненных в рамках управляемой самостоятельной работы индивидуальных заданий;
- сдача экзамена.

Требования к обучающемуся 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 обучающимся запрещается

пользоваться учебными изданиями, записями, конспектами, мобильными телефонами и другими средствами хранения и передачи информации.

Примерный перечень тем лабораторных работ

1. Методы аппроксимации функций и обработки результатов эксперимента
2. Определение численных характеристик выборки. Точечные и интервальные оценки параметров нормально распределённой случайной величины. Отсев грубых ошибок экспериментальных данных и оценка нормальности распределения.
3. Математические модели регрессионного анализа. Интерполяция и аппроксимация экспериментальных данных; Интерполирование функций
4. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент. Математическая обработка результатов эксперимента.
5. Элементы теории факторного эксперимента. Полный факторный эксперимент.
6. Разработка многофакторных математических моделей на основе пассивного эксперимента.
7. Парный регрессионный анализ. Множественный регрессионный анализ. Нелинейный регрессионный анализ.
8. Корреляционный анализ данных. Корреляционный анализ. Коэффициент корреляции. Доверительный интервал для коэффициента корреляции.
9. Разработка математических моделей в виде корреляционных функций
10. Методы оптимизации. Решение задач линейного программирования. Применение методов линейного программирования для моделирования и решения производственных задач.
11. Моделирование искусственных нейронных сетей.
12. Методы исследования моделей, численное моделирование. Разнообразие моделей. Оптимизационные модели. Структурные модели.
13. Моделирование систем. Моделирование сложных систем. Имитационное моделирование.
14. Выделение объекта моделирования из среды. Методы проверки гипотез адекватности структуры модели.
15. Методика решения оптимизационных задач. Определение границ системы.
16. Метод прогонки решения сеточных уравнений.
17. Расчёт времени охлаждения плоского слоя. Расчёт времени охлаждения блюмса. Расчёт времени затвердевания непрерывного плоского слитка (сляба).
18. Стохастическое моделирование. Конвективный теплообмен. Теплопроводность. Теплообмен излучением. Теплообмен с фазовыми

- переходами. Основы метода сеток.
19. Моделирование процессов с распределёнными параметрами.
 20. Моделирование процессов переноса. Моделирование процессов теплопроводности.
 21. Моделирование ламинарного течения жидкости Моделирование совместного протекания переноса и теплопроводности.
 22. Моделирование случайных событий. Моделирование случайного блуждания. Метод Монте-Карло.

Примерный перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы

1. Понятие математической модели. Структура математической модели.
2. Свойства математических моделей. Структурные и функциональные модели. Теоретические и эмпирические модели.
3. Особенности функциональных моделей. Требования, предъявляемые к математическим моделям.
4. Иерархия математических моделей и формы их представления. Представление математической модели в безразмерном виде. Основы теории подобия.
5. Технология моделирования. Математическая модель процессов ОМД, их оценка.
6. Математический аппарат моделирования. Зависимости механики сплошной среды в матричном представлении.
7. Нелинейные математические модели макроуровня. Причины возникновения нелинейности.
8. Статические и стационарные модели. Некоторые нестационарные модели.
9. Простейшие динамические модели. Приближенные методы анализа динамических моделей.
10. Тензоры. Зависимости механики сплошной среды в матричном представлении.
11. Теория деформаций. Переменные Лагранжа и Эйлера.
12. Краевая задача ОМД и способы её решения.
13. Реологические модели деформируемой среды. Линейное напряженное состояние.
14. Упруго - вязкие среды (общий случай). Пластические среды (общий случай).
15. Методы решения системы уравнений термоупругопластичности.
16. Классификация численных методов решения задач упругопластичности и теплопроводности.
17. Метод конечных разностей. Сущность метода, достоинства и недостатки. Построение сетки.
18. Разностная схема краевой задачи. Конечно – разностная аппроксимация производных. Интерполяция граничных условий.

19. Построение системы разностных уравнений. Задача Неймана. Решение многомерных задач.
20. Особенности решения нелинейных задач. Нестационарные задачи.
21. Метод конечных элементов. Сущность метода. Особенности решения задач.
22. Общие положения метода. Выделение конечных элементов.
23. Определение аппроксимирующей функции элементов.
24. Аппроксимация векторных величин. Объединение конечных элементов в ансамбль.
25. Скалярные величины. Векторные величины.
26. Методы построения разрешающей системы уравнений.
27. Задача упругопластичности. Общая постановка.
28. Линейная упругость. Одномерный случай. Двумерные задачи линейной упругости.
29. Трёхмерные задачи линейной упругости. Осесимметричные задачи линейной упругости.
30. Физически нелинейные задачи. Пластичность. Геометрически нелинейные задачи. Большие деформации.
31. Особенности решения задач для анизотропных материалов.
32. Математические модели процессов обработки.
33. Модель энергосиловых параметров процессов ОМД.
34. Модель усилия и работы деформирования. Модель прочности инструмента. Модель стойкости рабочего инструмента.
35. Модель разрушения металла при обработке давлением. Феноменологическая модель разрушения в процессе большой пластической деформации.
36. Восстановление запаса пластичности в процессе отжига после холодной деформации.
37. Оценка разрушения металла в условиях горячей деформации. Модель устойчивости заготовки.
38. Общие понятия об устойчивости. Причины потери устойчивости. Критерии устойчивости.
39. Модель армирования качества изделия. Модель формирования геометрических и метрологических свойств изделия.
40. Модель формирования физико-механических свойств.
41. Реализация математических моделей на ЭВМ.
42. Архитектура программного обеспечения.
43. Требования, предъявляемые к алгоритмическим моделям.
44. Требования, предъявляемые к машинным моделям.
45. Архитектуре программного обеспечения численных методов решения краевой задачи ОМД.
46. Программные комплексы на основе метода конечных разностей.
47. Программные комплексы на основе метода конечных элементов.
48. Программные комплексы на основе метода граничных элементов.
48. Особенности программной реализации матричных алгоритмов.

Численные методы решения систем линейных уравнений.

49. Методы оптимизации. Классификация методов и задач оптимизации.
50. Метод одномерной оптимизации с постоянным шагом.
51. Метод одномерной оптимизации с переменным шагом.
52. Метод одномерной оптимизации с переменным шагом и квадратичной интерполяцией Метод градиента и крутого восхождения.
53. Метод Ньютона.
54. Метод Марквардта.
55. Метод регулярного симплекса.
56. Метод деформируемого многогранника.
57. Метод сопряженных направлений. Корреляционный анализ.
58. Планирование эксперимента. Построение факторных математических моделей.
59. Основные понятия и определения теории планирования эксперимента.
60. Назначение, особенности и классификация планов первого порядка.
61. Критерии оптимальности и свойства экспериментальных планов. Классический план первого порядка.
62. Полный факторный план 2^n .
63. Дробный факторный план 2^{n-k} . Назначение, особенности и классификация планов второго порядка.
64. Модели, предположения и этапы регрессионного анализа.
65. Оценивание коэффициентов линейной регрессионной модели. Оценивание дисперсии случайной ошибки.
66. Проверка однородности дисперсий случайной ошибки. Проверка значимости оценок коэффициентов регрессионной модели.
67. Проверка адекватности и анализ работоспособности регрессионной модели.
68. Теоретические и практические аспекты использования теории вероятностей для моделирования, анализа и оптимизации процессов ОМД.
69. Основные понятия и определения теории вероятностей. Функция и плотность распределения вероятностей случайной величины.
70. Математическое ожидание, дисперсия и стандартное отклонение непрерывной случайной величины.
71. Нормальное распределение случайной величины.
72. Метод наименьших квадратов.
73. Основы проверки статистических гипотез.

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)
Технология листовой штамповки	МиТОМ	нет	
САПР технологических процессов и оснастки	МиТОМ	нет	
Расчеты и конструкции нагревательных устройств	МиТОМ	нет	

Зав.кафедрой
«Металлургия и технологии
обработки материалов»

Ю.Л.Бобарикин

РЕЦЕНЗИЯ

на учебную программу по дисциплине «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОМД», разработанную старшим преподавателем кафедры «МиТОМ» Жарановым В.А. для студентов специальности специальности 1-36 01 05 «Машины и технология обработки материалов давлением»

Курс «Математическое моделирование процессов ОМД» является важным элементом программы обучения инженеров профиля обработки материалов давлением.

Содержание дисциплины включает основной перечень тем, необходимых для практического освоения данного предмета.

Программа определяет и регламентирует структуру, содержание и объем одной из фундаментальных дисциплин специальности и отражает цели и задачи программ нового поколения. Содержание программы соответствует методическим требованиям преподавания дисциплины.

В программе в достаточной степени отражены методы и приемы математического моделирования в технике, области применения математических моделей, методы проверки адекватности моделей.

В программе четко регламентируются структура и порядок изучения материала, определены темы, последовательность и объемы в часах основных разделов. Содержание тематического плана курса отличается достаточно четкой последовательностью изложения, отражает как общие фундаментальные вопросы, так и прикладные, конкретные аспекты применения методов математического моделирования.

Учебная программа включает тематический план курса и содержание дисциплины. Она определяет и регламентирует структуру, содержание и объем одной из важных дисциплин специальности, отличается достаточно четкой последовательностью изложения основных вопросов и разделов, отражает в своём содержании общие фундаментальные вопросы, и одновременно акцентирует прикладные, конкретные производственные аспекты.

Вопросы рассмотрены в контексте выполнения проектных расчётов и разработки актуальной технической документации. Лекционный курс дополнен лабораторными занятиями, которые позволяют более подробно изучить содержание дисциплины.

В программе предложено достаточно полное информационно-методическое обеспечение, которое может быть успешно использовано как при аудиторной, так и при самостоятельной работе студентов. Также, подробно определены характеристики рекомендуемых методов и технологий обучения, способы и методы диагностики компетенции студента и алгоритм организации его самостоятельной работы.

Данная программа является хорошей основой для разработки дополнительных учебных пособий по одноименному курсу и внедрения

современных образовательных технологий в процесс обучения будущих инженеров.

Рецензируемая программа в достаточной степени охватывает вопросы, необходимые для дальнейшего изучения прикладных дисциплин специальности.

Считаю возможным рекомендовать данную учебную программу по дисциплине «Математическое моделирование процессов ОМД» к утверждению и использованию в образовательном процессе.

Рецензент:

ведущий инженер-технолог про
катного отдела технического
управления ОАО «БМЗ»-
управляющая компания
холдинга «БМК»

Титов Михаил Игоревич

Библиотека ГГТУ им. П.О.Сухого