

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

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор ГГТУ им. П.О.Сухого

О.Д.Асенчик

(подпись)

14.12. 2022

(дата утверждения)

Регистрационный № УД –33– 147 /уч.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности

1–36 01 08

«Конструирование и производство изделий из композиционных материалов»

Специализация

1-36 01 08 02

«Технология производства изделий из композиционных материалов и средства технологического оснащения»

Учебная программа составлена на основе:

- образовательного стандарта высшего образования ОСВО 1–36 01 08–2019 от 17.07.2019г. №107;

- учебных планов первой ступени высшего образования по специальности 1–36 01 08 «Конструирование и производство изделий из композиционных материалов» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого» I 36-1-07/уч. от 05.02.2020, I 36-1-15/уч. от 31.05.2022.

СОСТАВИТЕЛЬ:

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

РЕЦЕНЗЕНТ:

Зюзьков Евгений Александрович, главный металлург ОАО «ГЛЗ «Центролит»

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Металлургия и технологии обработки материалов» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»
(протокол № 11 от 08.11.2022);

Научно-методическим советом механико-технологического факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»
(протокол № 4 от 09.11.2022);

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»
(протокол № 3 от 13.12.2022).

Регистрационный номер МТФ УД 32-03/уч.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа дисциплины «Математическое моделирование технологических процессов» подготовлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования ОСВО 1–36 01 08–2019 от 17.07.2019г. №107; учебных планов первой ступени высшего образования по специальности 1–36 01 08 «Конструирование и производство изделий из композиционных материалов» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого».

Учебная программа предусматривает изучение теоретических и практических основ использования математических методов при решении технических проблем в области создания и эксплуатации оборудования для производства изделий из композиционных материалов.

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. Специальность 1–36 01 08 «Конструирование и производство изделий из композиционных материалов» в соответствии с ОКРБ 011-2009 относится к профилю образования I «Техника и технологии», направлению образования 36 «Оборудование» и обеспечивает получение квалификации «Инженер-механик».

В результате изучения дисциплины студенты должны приобрести специализированную компетенцию: быть способным владеть навыками составления математических моделей типовых профессиональных задач и их оптимизации, трёхмерного проектирования деталей в системах САД; применять программные пакеты инженерного анализа при проектировании оснастки, оборудования, технологических процессов в производстве и материалообработке.

Эффективным средством повышения конкурентоспособности изделий из композитов является междисциплинарное объединение прогрессивных информационных технологий, методов математического моделирования и вычислительного интеллекта для разработки методов и моделей оценивания и прогнозирования состояния деталей и оборудования, оптимизации параметров технологических процессов их проектирования, изготовления, эксплуатации и утилизации.

Для выполнения этих требований необходимо изучение комплексного курса, объединяющего в себе элементы основ прикладного программирования, инженерного анализа, вычислительной техники, моделирования, теории и технологии обработки материалов в различных агрегатных состояниях. Основы моделирования и проектирования процессов необходимы студентам для получения навыков работы на компьютерах с применением знаний основ теории и технологии производства композитов и их актуального использования в различных прикладных областях промышленности.

В результате студенты должны получить определённые навыки. Готовность использовать инженерные базы данных, пакеты прикладных программ и средства компьютерной графики для решения профессиональных задач является неотъемлемой чертой современного инженера. Автоматизированные системы проектирования для создания адекватных моделей геометрии позволяют подготовленным специалистам фундаментально определять концепцию трёхмерного проектирования. Способность на основе системного подхода строить модели, в том числе на базе методов искусственного интеллекта, для описания и прогнозирования явлений предметной области, осуществлять их качественный и количественный анализ с оценкой пределов применимости и адекватности полученных результатов выгодно отличает разработчика инженерных решений нового поколения.

Методологические основы моделирования технологий и оборудования производства композитов построены на применении методов механики сплошных сред, вычислительной гидрогазодинамике и численных методов решения нестандартных задач в технике. 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 материалов произошли качественные изменения в связи с развитием компьютерного моделирования технологических процессов, основанных на применении метода конечных элементов (КЭ-метода). Параллельно, при решении научно-технических проблем и задач, ведётся разработка алгоритмов комплексного использования других методов, например метода дискретных элементов. Часто, предпочтение при развитии отдаётся тем численным методам, которые позволяют параллельно обрабатывать данные с использованием сотен вычислительных потоков.

Инженерный анализ на базе математических методов и автоматизированного проектирования 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.

Задачи дисциплины:

- изучение методологий математического моделирования технологических процессов, статистической обработки и анализа экспериментальных результатов, прогнозирования и оптимизации производственных процессов и свойств материалов;
- формирование умения осуществлять постановку задачи и построение математической модели для исследования основных процессов в производстве композитов и изделий из них, применять экспериментально-статистические методы для анализа, исследования и оптимизации процессов;
- формирование навыков использования программных математических комплексов для решения задач моделирования технологических процессов, их теоретического и экспериментального исследования.

Место учебной дисциплины

Дисциплина 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:

- основные типы математических моделей;
- этапы построения математической модели;
- методы построения и исследования результатов моделирования;
- программные комплексы для математического моделирования;
- модели планов и способы построения при планировании эксперимента;
- методы статистической обработки экспериментальных данных;
- способы представления экспериментальных данных.

уметь:

- описать и построить математическую модель процесса для решения локальной задачи;
- применять программные комплексы для математического моделирования;
- использовать методы планирования эксперимента и оптимизации для анализа и исследования моделируемого процесса;
- математически описать и представить результаты экспериментальных исследований.

владеть:

- навыком составлять, проверять на адекватность и использовать математические модели процессов и оборудования для получения композиционных материалов.

- методами построения математических моделей технических объектов.
- навыками построения модели и математического описания исследуемого процесса;
- навыками исследования процессов по существующим моделям;
- навыками использования программных математических комплексов для решения задач моделирования;
- численными методами (решения профильных задач) и принципами их реализации на базовых объектах;
- методами структурной и параметрической идентификации математических моделей.

Требования к компетентности специалиста

Знать методы построения математических моделей технологических процессов и машин получения и обработки полимерных и композиционных материалов и изделий из них, алгоритмы и методы исследования математических моделей, численные методы программной реализации алгоритмов исследования математических моделей. Быть способным применять программные средства ЭВМ для математического моделирования основных технологических процессов производства и обработки изделий из полимерных и композиционных материалов, осуществлять их оптимизацию по результатам моделирования. Также развить и закрепить ряд профессиональных компетенций.

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, в части требований к начальным компетенциям студентов, основана на знаниях, полученных при изучении таких курсов, как «Высшая математика», «Информатика», «Механика материалов и конструкций», «Начертательная геометрия, инженерная и машинная графика», «Теория обработки материалов давлением».

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 «Математическое моделирование технологических процессов» в соответствии с учебными планами по специальности 1–36 01 08 «Конструирование и производство изделий из композиционных материалов» - 128 часов. Трудоёмкость дисциплины составляет: 3 зачётных единицы. Форма получения высшего образования: дневная.

	Дневная форма обучения
Курс	3
Семестр	6
Лекции (часов)	34
Лабораторные занятия (часов)	–
Практические занятия (часов)	34
Всего аудиторных (часов)	68
Формы текущей аттестации	
Экзамен, семестр:	6

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

РАЗДЕЛ 1. ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ НА ИХ ОСНОВЕ

Тема 1.1. Общие сведения о моделировании технических систем

Место модели среди методов познания. Определение модели. Свойства моделей. Цели моделирования. Классификация моделей. Понятия математического и идеального моделирования. Требование адекватности. Требование достаточной простоты. Некоторые другие требования. Когнитивные, концептуальные и формальные модели. Обследование объекта моделирования: описание задачи, определение цели моделирования, анализ объекта. Концептуальная постановка задачи моделирования. Математическая постановка задачи моделирования. Выбор и обоснование выбора метода решения задачи. Проверка адекватности модели. Упрощения и уточнения. Практическое использование построенной модели.

Тема 1.2. Проектирование и методы инженерного анализа в контексте математического моделирования в области конструирования и производства изделий из композиционных материалов

Методология проектирования с применением систем инженерного анализа. Структура и параметры объектов проектирования. Особенности технологии автоматизированного проектирования. Постановка задач проектирования. Режимы функционирования технических объектов. Математические модели технических объектов на микроуровне. Ошибки в выборе модели. Влияние интерполяции и экстраполяции. Ошибки в выборе метода исследований. 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. Объекты проектирования на макроуровне. Динамическая модель технического объекта на макроуровне. Представление математической модели в безразмерном виде. Основы теории подобия. Обмен информацией между пакетами моделирования. Конвертеры файлов. Нейтральные форматы. Групповое взаимодействие при проектировании.

Тема 1.3. 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.

Тема 1.4. Метод конечных элементов

Область применения метода. Генерация конечно-элементной сетки. Особенности решения задач. Вывод уравнения теплопроводности. Постановки одно-, двух- и трёхмерных задач теплопроводности. Общие сведения о методе конечных элементов (исторические сведения, особенности, общая схема). Геометрическое моделирование и дискретизация пространственных областей. Формулировка метода конечных элементов на основе принципа стационарности функционала на примере стационарной задачи теплопроводности, другие формулировки, сравнение. Точность, сходимости, устойчивость конечноэлементного решения задачи. Трёхмерная задача теплопроводности. Применение метода конечных элементов для решения нестационарных задач на примере задачи теплопроводности.

Тема 1.5. Научные основы компьютерного моделирования процессов в области конструирования и производства изделий из композиционных материалов

Особенности моделирования материалов, их свойств и процессов, происходящих в них при производстве. Задачи, решаемые при моделировании. Моделирование диаграмм состояния металлических сплавов и процессов кристаллизации. Моделирование механических свойств и деформации материалов. Термодинамическое моделирование и модели кинетики химических реакций, массо- и теплопереноса. Моделирование процессов термической обработки материалов. Трёхслойная композиция. Описание многослойной композиции. Критерии прочности. Механика разрушения. Параметры трещиностойкости. Описание области вокруг края трещины. Вычисление параметров трещиностойкости. Модальный и гармонический анализ оболочечной конструкции. Подходы к численному моделированию межслойного разрушения современных композитных материалов. Метод виртуального закрытия трещин для моделирования межслойного разрушения и расслоения в современных композитных материалах. Моделирование расслаивания с помощью связанных элементов интерфейса. Подходы к численному моделированию внутрипластинчатого разрушения современных композитных материалов. Подходы к численному моделированию внутрипластинчатого разрушения современных композитных материалов.

Тема 1.6. Основы моделирования процессов деформации

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 Тепловая задача обработки металлов давлением. Основные понятия и содержание автоматизированного проектирования. Программное обеспечение, структура и классификация систем проектирования. Содержание процесса разработки систем автоматизированного проектирования. Цели и задачи проектирования технологических процессов

Тема 1.7. 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. Критерии согласия. Критерий согласия Пирсона. Критерий Колмагорова. Критерий Колмагорова-Смирнова. Критерий Крамера-Мизеса-Смирнова. Метод моментов. Параметрические критерии. Критерий Стьюдента. Однофакторный анализ вероятностей. Критерий множественных сравнений. Непараметрические критерии.

Тема 1.8. Основы регрессионного анализа

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. Классификация погрешностей измерений. Вероятностная оценка случайной погрешности. Характеристики статистических распределений. Правила сложения случайных погрешностей. Центральная предельная теорема и распределение Гаусса. Построение функциональных зависимостей.

РАЗДЕЛ 2. ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

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

Цели планирования эксперимента. Объект исследования. Пассивный и активный эксперимент. Экспериментальные факторные математические модели. Особенности экспериментальных факторных моделей. Основные принципы планирования эксперимента. План эксперимента. Регрессионный анализ. Оценка параметров регрессионной модели.

Тема 2.2. 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 2.3. Примеры построения моделей для конкретных технологических процессов

Линеаризация моделей систем. Построение модели конвективного процесса. Модель процесса обезуглероживания стали. Построение модели поверхностной закалки стальных деталей. Математическая модель нагрева детали с помощью внешнего теплового поля. Построение математической модели процесса цементации. Информационная модель жизненного цикла изделия. Информационная модель прочностной надёжности деталей. Технологии и средства информационной поддержки продукции на протяжении всего жизненного цикла. Компьютерная автоматизация испытаний. Системы диагностики и контроля технического состояния. Прогнозирование коэффициента упрочнения поверхностного слоя. Расчёт и анализ усадочных дефектов и напряжений. Нагрев заготовок.

Тема 2.4 Построение функциональных зависимостей по экспериментальным данным

Построение функциональной зависимости при однофакторном эксперименте. Быстрые методы установления графического вида однофакторных зависимостей. Связь коэффициента линейной регрессии, коэффициента корреляции и относительной погрешности. Быстрая оценка коэффициента корреляции исходных данных. Сглаживание экспериментальных временных рядов. Статистические функции, функции сглаживания и аппроксимации экспериментальных данных. Постановка задачи идентификации параметров внешнего теплообмена в печи.

Тема 2.5. 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 2.6. Особенности математического моделирования технологических процессов

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. Нейросетевые модели коэффициентов концентрации напряжений. Оптимизация режимов испытаний узлов с использованием нейросетевых моделей. Интеллектуальные информационные технологии и математическое обеспечение автоматизации принятия решений для оценки и прогнозирования состояния деталей. Прогрессивные технологии интеллектуальной оптимизации этапов жизненного цикла. Эффективные характеристики композиционных материалов и оптимальное проектирование элементов конструкции.

Тема 2.7. Прикладное математическое моделирование

Математическая модель прочности чугуна. Разработка математической модели свойств смеси. Основные понятия теории случайных функций и прогнозирование процессов. Прогноз и управление химическим составом серого чугуна. Оптимизация свойств сплавов. Синтез сплавов. Расчёт оптимальных составов смесей. Автоматическая классификация заготовок. Расчёт заполнения пресс-формы и затвердевания заготовки. Статистические методы управления качеством. Задачи управления качеством заготовок. Форма и методика контроля параметров производственных процессов. Функции распределения параметров процессов. Расчёт границ регулирования. Корреляционный отбор параметров регулирования. Анализ качества заготовок методом категоризованных данных. Расчёт оптимальной шихты. Постановка задачи расчёта оптимальной шихты. Результаты расчёта шихты. Оптимизация оперативного планирования цеха. Математические модели и оптимизация процессов спекания. Математическое моделирование в оптимизации режима спекания.

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	Семинары	Лаб. занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ НА ИХ ОСНОВЕ							
1.1	Общие сведения о моделировании технических систем	2	2					устный опрос, защита пр. работы, экзамен
1.2	Проектирование и методы инженерного анализа в контексте математического моделирования в области конструирования и производства изделий из композиционных материалов	2	2					устный опрос, защита пр. работы, экзамен
1.3	Численные методы решения систем алгебраических уравнений	2	3					устный опрос, защита пр. работы, экзамен
1.4	Метод конечных элементов	2	2					устный опрос, защита пр. работы, экзамен
1.5	Научные основы компьютерного моделирования процессов в области конструирования и производства изделий из композиционных материалов	2	3					устный опрос, защита пр. работы, экзамен
1.6	Основы моделирования процессов деформации	2	2					устный опрос, защита пр. работы, экзамен

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.7	Моделирование и анализ вероятностных систем	3	2					устный опрос, защита пр. работы, экзамен
1.8	Основы регрессионного анализа	2	2					устный опрос, защита пр. работы, экзамен
2	ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ							
2.1	Построение математических моделей методами математического планирования. Поиск оптимальных параметров технологических процессов	3	2					устный опрос, защита пр. работы, экзамен
2.2	Планы экспериментов и их свойства	2	2					устный опрос, защита пр. работы, экзамен
2.3	Примеры построения моделей для конкретных технологических процессов	3	2					устный опрос, защита пр. работы, экзамен
2.4	Построение функциональных зависимостей по экспериментальным данным	2	2					устный опрос, защита пр. работы, экзамен
2.5	Оптимизация параметров технических систем	2	2					устный опрос, защита пр. работы, экзамен
2.6	Особенности математического моделирования технологических процессов	2	3					устный опрос, защита пр. работы, экзамен
2.7	Прикладное математическое моделирование	3	3					устный опрос, защита пр. работы, экзамен
	Всего (часов):	34	34					

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. Советов Б. Я. Моделирование систем : учебник для вузов. - Изд. 5-е, стер.. - Москва : Высш. шк., 2007. - 343 с.

Дополнительная литература

8. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – М.: Наука, 1976. – 279 с.
9. Арутюнов В. А. Математическое моделирование тепловой работы промышленных печей: учебник для вузов / под науч. ред. В. А. Арутюнова. - Москва: Металлургия, 1990. - 238с.
10. Боровиков, С. М. Теоретические основы конструирования, технологии и надежности / С. М. Боровиков. - Минск: ДизайнПРО, 1998. - 335 с
11. 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.
12. 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.
13. 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.
14. Королев, А. Л. Компьютерное моделирование: лабораторный практикум / А. Л. Королев. - Москва : Бином. Лаборатория знаний, 2015. - 296 с.

15. Кундас С. П. Компьютерное моделирование процессов термической обработки сталей : монография. - Минск : Бестпринт, 2005. - 313 с.
16. Математическое моделирование конвективного теплообмена на основе уравнений Навье-Стокса / АН СССР, Ин-т проблем механики; В. И. Полежаев и др.; отв. ред. В. С. Авдучевский. - Москва : Наука, 1987. - 271с.
17. Практикум по автоматике: Математическое моделирование систем автоматического регулирования: учеб.пособие / Под ред. Б.А.Карташова. - Москва: КолосС, 2006. - 183с.
18. Советов Б. Я. Моделирование систем : учебник для вузов. - Изд. 5-е, стер.. - Москва : Высш. шк., 2007. - 343 с.
19. Тарасик В.П. Математическое моделирование технических систем: Учебник для вузов. – Минск: ДизайнПРО, 1997. – 640 с.
20. Ящерицын П.И., Махаринский Е.И. Планирование эксперимента в машиностроении: Справ. пособие. – Мн.: Выш. шк., 1985. - 286 с.
21. 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.
22. Костиков, В. И. Технология композиционных материалов : учебное пособие / В. И. Костиков, Ж. В. Еремеева. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 484 с. : ил., табл., схем., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=617610> (дата обращения: 31.01.2023). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9729-0520-1. – Текст : электронный.
23. Оценка качества полимерных и композиционных материалов : учебное пособие : [16+] / Г. А. Кутырев, Л. Р. Галева, С. С. Ахтямова [и др.] ; Казанский национальный исследовательский технологический институт. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2019. – 140 с. : ил., табл., схем – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=683776> (дата обращения: 31.01.2023). – Библиогр.: с. 123-124. – ISBN 978-5-7882-2698-9. – Текст : электронный.
24. Курносов, В. В. Основы компьютерного моделирования процессов изготовления изделий из пластмасс литьем под давлением: интерпретация результатов анализа : учебное пособие / В. В. Курносов, Ю. В. Перухин ; под ред. Т. Р. Дебердеева ; Министерство образования и науки России, Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2017. – 136 с. : граф., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=560668> (дата обращения: 31.01.2023). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7882-2209-7. – Текст : электронный.

25. Моделирование процессов ресурсосберегающей обработки слитковых, порошковых, наноструктурных и композиционных материалов / М. Х. Шоршоров, А. Е. Гвоздев, А. Н. Сергеев [и др.]. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 360 с. : ил., табл., схем., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=617619> (дата обращения: 31.01.2023). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9729-0596-6. – Текст : электронный.

26. Моделирование статики и динамики оболочечных конструкций из композиционных материалов / В. О. Каледин, С. М. Аульченко, А. Б. Миткевич [и др.]. – Москва : Физматлит, 2014. – 196 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275605> (дата обращения: 31.01.2023). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9221-1529-2. – Текст : электронный.

27. Колесников, В. И. Математические модели и экспериментальные исследования – основа конструирования гетерогенных антифрикционных материалов / В. И. Колесников, О. А. Беляк. – Москва : Физматлит, 2021. – 214 с. : ил., схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=687729> (дата обращения: 31.01.2023). – Библиогр. в кн. – ISBN 539.3:531.43. – Текст : электронный.

28. Киселев, А. М. Разработка методов проектирования и прогнозирования геометрических структур и свойств объемных текстильных преформ / А. М. Киселев, В. В. Хамматова ; Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2019. – 180 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=683704> (дата обращения: 31.01.2023). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7882-2680-4. – Текст : электронный.

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>

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 практических занятиях и при самостоятельной работе;
- коммуникативные технологии, реализуемые в виде дискуссий или докладов на 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.

Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Лекции предназначены для передачи учебной информации от преподавателя к студентам, направленной в основном на приобретение студентами новых теоретических знаний. При чтении лекций используется диалоговая форма с постановкой задач из области знаний уже прошедших студентами предметов.

Для проведения занятий в активной и интерактивной форме (не менее 20% от аудиторной нагрузки) могут использоваться следующие инновационные технологии:

- информационные технологии: использование электронных образовательных ресурсов при подготовке к лекциям и практическим работам;
- работа в команде: совместная работа студентов в группе при выполнении заданий;
- представление теоретического и практического материала в виде мультимедиа презентаций для оптимизации конспектов по темам для самостоятельного изучения, при необходимости.

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала.

Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области; формируются группы (команды); каждое занятие проводится по своему алгоритму.

При проведении практических занятий преследуются следующие цели:

- применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем;
- отработка командных навыков взаимодействия; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором учащиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения.

Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности учащихся на достижение целей занятия.

Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

- изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
- после изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
- особое внимание следует уделить выполнению отчётов по практическим работам и по индивидуальным заданиям на самостоятельную работу.
- Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задаётся на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

Также 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 занятий;
- защита выполненных на 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.

Критерии оценки уровня знаний по 10-бальной шкале при проведении текущей аттестации по предмету.

10 баллов – ПРЕВОСХОДНО:

- систематизированные, глубокие и полные знания в соответствии с требованиями программы по предмету, а также по основным вопросам смежных дисциплин;
- точное использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы;
- уверенное владение основными приёмами работы с прикладными пакетами программ;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по предмету и смежным дисциплинам, использовать научные достижения по другим, ранее изученным предметам;
- творческая самостоятельная работа, высокий уровень исполнения заданий.

9 баллов – ОТЛИЧНО:

- систематизированные, глубокие и полные знания в соответствии с требованиями программы по предмету;
- точное использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы;
- уверенное владение основными приёмами работы с прикладными пакетами программ;
- полное усвоение основной и дополнительной литературы;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по предмету и смежным дисциплинам;
- творческая самостоятельная работа, высокий уровень исполнения заданий.

8 баллов – ОЧЕНЬ ХОРОШО:

- систематизированные, глубокие и полные знания в соответствии с требованиями программы по предмету;

- точное использование научной, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы;
- владение основными приёмами работы с прикладными пакетами программ;
- усвоение основной и дополнительной литературы;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по предмету;
- активная самостоятельная работа, высокий уровень исполнения заданий.

7 баллов – ХОРОШО:

- систематизированные, полные знания в соответствии с требованиями программы по предмету;
- использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы;
- владение основными приёмами работы с прикладными пакетами программ;
- усвоение основной и дополнительной литературы;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по предмету;
- самостоятельная работа, высокий уровень исполнения заданий.

6 баллов – ПОЧТИ ХОРОШО:

- достаточно полные и систематизированные знания в соответствии с требованиями программы по предмету;
- использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы;
- владение основными приёмами работы с прикладными пакетами программ;
- усвоение основной литературы;
- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по предмету;
- самостоятельная работа, высокий и уровень исполнения заданий.

5 баллов – УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО:

- достаточный объем знаний в соответствии с требованиями программы по предмету;
- использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы;
- владение основными приёмами работы с прикладными пакетами программ;
- усвоение основной литературы;
- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по предмету;
- самостоятельная работа, высокий уровень исполнения заданий.

4 балла – ПОЧТИ УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО:

- достаточный объем базовых знаний в соответствии с требованиями

программы по предмету;

- корректное использование научной терминологии;
- владение базовыми приёмами работы с прикладными пакетами программ;
- усвоение основной литературы;
- умение удовлетворительно ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по предмету;
- самостоятельная работа, допустимый уровень исполнения заданий.

3 балла – НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО:

- недостаточно полный объем знаний в соответствии с требованиями программы по предмету;
- незнание или неправильное использование научной терминологии;
- недостаточное владение основными приёмами работы с прикладными пакетами программ;
- усвоение лишь части (менее 50%) основной литературы;
- неумение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по предмету;
- низкий уровень исполнения заданий.

2 балла – НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО:

- фрагментарные знания в соответствии с требованиями программы по предмету;
- незнание или неправильное использование научной терминологии;
- отсутствие навыков работы с прикладными пакетами программ;
- усвоение части или неусвоение основной литературы;
- неумение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по предмету;
- низкий уровень исполнения заданий.

1 балл – НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО:

- отсутствие знаний и компетенций в соответствии с требованиями программы по предмету или отказ отвечать.

Примерный перечень тем практических 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, 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 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.
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.
46. Программные комплексы на основе метода конечных разностей.
47. Программные комплексы на основе метода конечных элементов. 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.
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)
САПР технологических процессов и оснастки для производства изделий из композиционных материалов	МиТОМ	нет	
Основы научных исследований и инновационной деятельности	МиТОМ	нет	
Автоматика, автоматизация и автоматические системы управления технологическими процессами	МиТОМ	нет	

Зав.кафедрой
«Металлургия и технологии
обработки материалов»

Ю.Л.Бобарикин

РЕЦЕНЗИЯ

на учебную программу по дисциплине «Математическое моделирование технологических процессов», разработанную старшим преподавателем кафедры «Металлургия и технологии обработки материалов» Жарановым В. А. для студентов специальности 1–36 01 08 «Конструирование и производство изделий из композиционных материалов»

Сегодня композиционные материалы особенно востребованы в различных отраслях промышленности. С развитием конкуренции на рынке не обойтись без современных средств проектирования и подготовки производства, а также без эффективного оборудования для работы с композитами. Задачей конструирования изделия из композиционных материалов является правильный подбор композиции, обеспечивающий сочетание свойств, необходимых в конкретном эксплуатационном случае.

При конструировании армированных полимерных композиционных материалов широко используется компьютерная обработка данных, для чего разработано большое количество разнообразных программных продуктов. Их использование позволяет повышать качество продукции, сокращать длительность разработки и организации производства конструкций, комплексно, качественно и быстро решать задачи их рационального проектирования. Учёт неравномерности нагрузок позволяет проектировать корпусную конструкцию из армированного композита с дифференцированной толщиной, которая может изменяться в десятки раз. Практически все специализированное программное обеспечение различных компаний, имеет возможность интеграции с системами САД высокого уровня. Исходя из вышеизложенного курс «Математическое моделирование технологических процессов» является актуальным и важным элементом программы обучения инженеров профиля специальности 1–36 01 08 «Конструирование и производство изделий из композиционных материалов».

В представленной рабочей программе поставлены цели и задачи, достигаемые в результате освоения дисциплины и позволяющие студентам получить знания и навыки, необходимые для выбора методов, способов и оборудования для проведения моделирования основных процессов технологии, оценки эффективности производств и поиска оптимальных и рациональных параметров проведения процессов. 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. Исходя из объёма приведённых вопросов в темах, программа предполагает значительный объём

самостоятельной работы в рамках подготовки к экзамену и практическим работам. Также стоит отметить, что в программе в достаточной степени отражены методы и приёмы математического моделирования в технике, области применения математических моделей, методы проверки адекватности моделей.

Предусмотренные цели и задачи направлены на формирование у обучающихся компетенций, соответствующих образовательному стандарту специальности и необходимых для присвоения им квалификации по указанному направлению. Для достижения поставленных автором целей и формирования выбранных им компетенций предусматривается проведение лекционных и практических аудиторных занятий, а также самостоятельная работа студентов, необходимая для закрепления и углублённого изучения тематического плана курса. Подробно определены характеристики рекомендуемых методов и технологий обучения, способы и методы диагностики компетенции студента и алгоритм организации его самостоятельной работы.

Чётко регламентируются структура и порядок изучения материала, определены темы, последовательность и объёмы в часах основных разделов. Содержание тематического плана курса отличается достаточно гармоничной последовательностью изложения, отражает общие фундаментальные вопросы, и, одновременно, прикладные, конкретные аспекты применения методов математического моделирования в контексте технологий автоматизированного проектирования. Представленные темы занятий и темы для самостоятельного обучения являются актуальными для данной дисциплины и соответствуют современному состоянию знаний и умений в области моделирования технологических процессов и основных закономерностей математического описания процессов и конструкции аппаратов отрасли композиционных материалов. Приведённые в программе образовательные технологии и оценочные средства для контроля позволяют в полной мере оценивать получаемые знания.

В программе предложено достаточно полное информационно-методическое обеспечение, которое может быть успешно использовано как при аудиторной, так и при самостоятельной работе студентов. Учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение являются достаточными для успешного преподавания курса.

Данная программа является хорошей основой для разработки дополнительных учебных пособий по одноименному курсу и внедрения современных образовательных технологий в процесс обучения. Рецензируемая программа в достаточной степени охватывает вопросы, необходимые для дальнейшего изучения прикладных дисциплин специальности.

На основании изложенного считаю, что рабочая программа автора Жаранова В. А. соответствует требованиям и позволяет обучающимся приобрести знания и умения, необходимые в дальнейшей профессиональной деятельности. Таким образом данная рабочая программа может быть использована при подготовке студентов специальности 1–36 01 08 «Конструирование и производство изделий из композиционных материалов»

Рецензент:

Главный металлург ОАО
ОАО «ГЛЗ «ЦЕНТРОЛИТ»

Зюзков Евгений
Александрович

Подпись

Зюзкова Евгения Александровича

ЗАВЕРЯЮ:

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ДИРЕКТОРА

по ИРКиСВ

ОАО «ГЛЗ «ЦЕНТРОЛИТ»

Воробец

Виктор Андреевич

Библиотека ГГТУ им. П.О.Сухого