

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

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор ГГТУ им. П.О.Сухого

 О.Д.Асенчик

(подпись)

07.12.2016

(дата утверждения)

Регистрационный № УД-34-27/уч.

Математическое моделирование технологических процессов

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности

1-36 02 01 «Машины и технология литейного производства»

Учебная программа составлена на основе:
– образовательного стандарта ОСВО 1-36 02 01-2013;
– учебного плана учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» специальности 1-36 02 01 «Машины и технология литейного производства» № I 36-1-26/уч. 17.09.2013.

Составитель:

Жаранов Виталий Александрович, старший преподаватель кафедры «Металлургия и литейное производство» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого», магистр технических наук.

Рецензенты:

Ковтун Вадим Анатольевич, профессор Гомельского филиала университета гражданской защиты МЧС РБ, д.т.н.

Рудченко Юрий Александрович, заместитель декана заочного факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», к.т.н., доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Металлургия и литейное производство» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 11 от 22.11.2016);

Научно-методическим советом механико-технологического факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 11 от 05.12.2016);

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 2 от 06.12.2016).

Регистрационный номер МТФ УД 102-3/уч от 05.12.2016г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Курс «Математическое моделирование технологических процессов» является одной из важных дисциплин при подготовке инженеров-литейщиков.

Место учебной дисциплины в получении знаний по данной специальности соответствует изучению практических основ использования математических методов при решении технических проблем.

Изучение дисциплины предполагает освоение студентами теоретических и практических навыков моделирования разнообразных аспектов технологии и применяемого оборудования литейного 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.

Дополнительные задачи дисциплины - формирование у будущих специалистов компетенций для осуществления общего анализа процессов плавки, шихтовки, формовки, смесеприготовления и регенерации от стадии первичной обработки используемых материалов (сепарация, грануляция, агломерация) до стадии производства готовых продуктов.

Без серьезной подготовки специалистов в области математического моделирования практически невозможно решать задачи повышения конкурентоспособности продукции, эффективно снижать себестоимость производства отливок.

Цель и задачи дисциплины

Цель преподаваемой дисциплины – обучить студентов следующим навыкам:

- получать и обрабатывать техническую информацию описывающую параметры функционирования систем литейного производства с использованием персонального компьютера или систем распределенных вычислений;
- использованию инновационных методик для описания систем связанных математических моделей, построенных по иерархическому принципу;
- составлять, проверять на адекватность и использовать на практике математические модели применительно к процессам и оборудованию литейных цехов;
- проводить сравнительный анализ методов построения моделей технологических процессов с использованием современных средств компьютерной техники;
- практически применять пакеты прикладных программ.

Задачами преподавания дисциплины являются следующие ключевые элементы подготовки:

- обучение использованию углубленных теоретических и практических знаний, которые находятся на передовом рубеже науки и техники в области профессиональной деятельности;
- умение находить творческие решения профессиональных задач, принимать нестандартные решения;
- способность практически применять современные методы исследования, проводить технические испытания и научные эксперименты, оценивать результаты выполненной работы;
- компетенция составления технических заданий, разработки и использования средств автоматизации при проектировании и технологической подготовке производства;
- навыки применения методов анализа вариантов, разработки и поиска компромиссных решений;
- способность профессионального инженерного проектирования технических объектов;
- применение методов создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности, т.е. металлургических машин и агрегатов, систем и отдельных элементов технологических цепочек на микро- мезо- и макроуровне.

Требования к освоению учебной дисциплины в соответствии с образовательным стандартом.

В результате изучения дисциплины студенты должны:

знать:

- основные понятия, принципы и этапы математического моделирования технологических процессов;
- виды математических моделей технологических процессов и способы их использования;
- методы построения, решения и проверки математических моделей.

уметь:

- производить обработку и проверку экспериментальных данных статистическими методами;
- делать обоснованный выбор типов математических моделей;
- производить расчет и анализ параметров математических моделей;
- использовать методы построения и решения математических моделей для инженерных задач в литейном и металлургическом производствах;
- использовать прогрессивные методы разработки и эксплуатации систем проектирования технологических процессов.

владеть:

- навыками построения и решения математических моделей с использованием прикладных программ;
- методами анализа исходных данных и полученных результатов при использовании математических моделей;

- навыками формализации задач различных этапов технологического проектирования.

Требования к академическим компетенциям специалиста

Специалист должен:

- уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;
- владеть системным и сравнительным анализом;
- владеть исследовательскими навыками;
- уметь работать самостоятельно;
- быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью);
- владеть междисциплинарным подходом при решении проблем;
- иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

Требования к социально-личностным компетенциям специалиста

Специалист должен:

- Обладать способностью к межличностным коммуникациям.
- Быть способным к критике и самокритике.
- Уметь работать в команде.

Требования к профессиональным компетенциям специалиста

Специалист должен быть способен:

в производственно-технологической деятельности:

- анализировать и оценивать собранные данные;
- выбирать эффективные критерии развития технологии и проектирования оборудования для получения литья, удовлетворяющего условиям современного литейного производства;
- пользоваться глобальными информационными ресурсами;
- разрабатывать способы повышения качества продукции литейного производства с использованием методов статистического анализа;
- совершенствовать методы повышения качества литья с использованием современных компьютерных технологий;
- применять методы моделирования, компьютерного проектирования технологических процессов литейного производства;
- применять современные программные продукты для проектирования отливок и технологии их изготовления;
- использовать методы математического моделирования и планирования эксперимента, статистические методы обработки результатов исследований;
- составлять программу комплексных исследований разрабатываемых литейных технологий, материалов, сплавов.

Общее количество часов и распределение аудиторного времени по видам занятий

Форма получения образования дневная.

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины «Математическое моделирование технологических процессов», в соответствии с учебным планом по специальности 1-36 02 01 «Машины и технология литейного производства» составляет – 132 часа.

Трудоёмкость учебной дисциплины составляет 3,5 зачётных единицы.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам:

Курс	4, 5
Семестры	8, 9
Лекции (часов)	32 (16/16)
Лабораторные занятия (часов)	50 (16/34)
Практические занятия (часов)	-
Всего аудиторных часов	82

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине:

Зачет, семестр 8, 9

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Роль моделирования в научном исследовании сложных технологических процессов, объектов и систем. Типы моделей, их основные свойства и функции.

Тема 1.1. Понятие математической модели. Структура математической модели. Свойства математических моделей.

Тема 1.2. Структурные и функциональные модели. Теоретические и эмпирические модели.

Тема 1.3. Представление математической модели в безразмерном виде. Основы теории подобия.

Раздел 2. Общие принципы и основные этапы математического моделирования. Выбор математической модели

Тема 2.1. Алгоритмизация математических моделей.

Тема 2.2. Стационарные модели. Статические модели.

Тема 2.3. Нестационарные модели. Динамические модели.

Раздел 3. Построение математических моделей методами математического планирования. Поиск оптимальных параметров технологических процессов

Тема 3.1. Основные понятия и определения теории планирования эксперимента.

Тема 3.2. Модели, предположения и этапы регрессионного анализа.

Тема 3.3. Классификация методов и задач оптимизации. Параметрическая оптимизация.

Раздел 4. Основы применения численных методов

Тема 4.1. Метод конечных элементов. Генерация конечно-элементной сетки.

Тема 4.2. Метод конечных разностей.

Тема 4.3. Реализация математических моделей на ЭВМ. Вычислительный эксперимент.

Раздел 5. Особенности математического моделирования технологических процессов в литейном производстве

Тема 5.1. Оптимизация конструкции деталей и узлов с использованием прикладных программ.

Тема 5.2. Моделирование процессов динамики жидкости и газа.

Тема 5.3. Методы искусственного интеллекта. Метод нейронных сетей
Практическое применение.

Раздел 6. Возможности применения CAELinux: (дистрибутив Linux для инженеров) для расчета, анализа и оптимизации технологических процессов литья.

Тема 6.1. Математическая модель процессов литья, их оценка, математический аппарат моделирования. Расчет и анализ усадочных дефектов и напряжений.

Тема 6.2. Моделирование процессов литья в многоразовые формы. Моделирование процессов непрерывного литья.

Тема 6.3. Моделирование процессов литья металлов под давлением. Нагрев заготовок. Термообработка

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.	Роль моделирования в научном исследовании сложных технологических процессов, объектов и систем. Типы моделей, их основные свойства и функции							
1.1	Понятие математической модели. Структура математической модели. Свойства математических моделей.	2			2			устный опрос, защита лабораторных работ, зачёт
1.2	Структурные и функциональные модели. Теоретические и эмпирические модели.	2			2			устный опрос, защита лабораторных работ, зачёт
1.3	Представление математической модели в безразмерном виде. Основы теории подобия.	2			2			устный опрос, защита лабораторных работ, зачёт
2	Общие принципы и основные этапы математического моделирования. Выбор математической модели							

2.1	Алгоритмизация математических моделей.	2			2			устный опрос, защита лабораторных работ, зачёт
2.2	Стационарные модели. Статические модели.	2			2			устный опрос, защита лабораторных работ, зачёт
2.3	Нестационарные модели. Динамические модели.	2			2			устный опрос, защита лабораторных работ, зачёт
3	Построение математических моделей методами математического планирования. Поиск оптимальных параметров технологических процессов							
3.1	Основные понятия и определения теории планирования эксперимента.	2			4			устный опрос, защита лабораторных работ, зачёт
3.2	Модели, предположения и этапы регрессионного анализа.	2			4			устный опрос, защита лабораторных работ, зачёт
3.3	Классификация методов и задач оптимизации. Параметрическая оптимизация.	2			4			устный опрос, защита лабораторных работ, зачёт

4.	Основы применения численных методов							
4.1	Метод конечных элементов. Генерация конечно-элементной сетки.	2			4			устный опрос, защита лабораторных работ, зачёт
4.2	Метод конечных разностей.	2			2			устный опрос, защита лабораторных работ, зачёт
4.3	Реализация математических моделей на ЭВМ. Вычислительный эксперимент.	2			2			устный опрос, защита лабораторных работ, зачёт
5.	Особенности математического моделирования технологических процессов в литейном производстве							
5.1	Оптимизация конструкции деталей и узлов с использованием прикладных программ.	2			2			устный опрос, защита лабораторных работ, зачёт
5.2	Моделирование процессов динамики жидкости и газа.	2			2			устный опрос, защита лабораторных работ, зачёт
5.3	Методы искусственного интеллекта. Практическое применение. Метод нейронных сетей	2			2			устный опрос, защита лабораторных работ, зачёт

6.	Возможности применения CAELinux: (дистрибутив Linux для инженеров) для расчета, анализа и оптимизации технологических процессов литья.						
6.1	Математическая модель процессов литья, их оценка, математический аппарат моделирования. Расчет и анализ усадочных дефектов и напряжений.	2			2		устный опрос, защита лабораторных работ, зачёт
6.2	Моделирование процессов литья в многообразные формы. Моделирование процессов непрерывного литья.				5		устный опрос, защита лабораторных работ, зачёт
6.3	Моделирование процессов литья металлов под давлением. Нагрев заготовок. Термообработка				5		устный опрос, защита лабораторных работ, зачёт
	Всего (часов):	32			50		

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Буснюк, Н. Н. Математическое моделирование: учебное пособие / Н. Н. Буснюк, А. А. Черняк. - Минск: Беларусь, 2014. - 213с.
2. Зарубин В.С. Математическое моделирование в технике: Учебник для вузов – М.: МГТУ им. Баумана, 2003. – 496 с.
3. Леушин, И. О. Моделирование процессов и объектов в металлургии : учебник для вузов / И. О. Леушин. - Москва: ФОРУМ, 2013. - 206 с.
4. Новик Ф.С., Арсов Я.Б. Оптимизация процессов технологии металлов методами планирования экспериментов. – М.: Машиностроение, 1980. – 304с.
5. Тарасик В.П. Математическое моделирование технических систем: Учебник для вузов. – Минск: ДизайнПРО, 1997. – 640 с.

Дополнительная литература

6. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – М.: Наука, 1976. – 279 с.
7. Боровиков, С. М. Теоретические основы конструирования, технологии и надежности / С. М. Боровиков. - Минск: ДизайнПРО, 1998. - 335 с
8. 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.
9. Климович Ф.Ф., Присевко А.Ф. Математическое моделирование технологических задач в машиностроении: Учебно-методическое пособие по лабораторным работам для студентов машиностроительных специальностей вузов. – Минск: БГПА, 2000. – 88 с.
10. Компьютеры, модели, вычислительный эксперимент : Введение в информатику с позиций математического моделирования. - М. : Наука, 1988. - 172с.
11. Красовский Г.Н., Филаретов Г.Ф. Планирование эксперимента. – Мн.: Изд-во БГУ, 1982. – 302 с.
12. Кундас С. П. Компьютерное моделирование процессов термической обработки сталей : монография. - Минск : Бестпринт, 2005. - 313 с.
13. Математическое моделирование конвективного теплообмена на основе уравнений Навье-Стокса / АН СССР, Ин-т проблем механики; В. И. Полежаев и др.; отв. ред. В. С. Авдусевский. - Москва : Наука, 1987. - 271с.
14. Михайлов , М. И. Математическое моделирование и САПР процессов резания, станков и инструментов : учебное пособие для вузов / М. И. Михайлов. - Гомель: ГГТУ, 2004. - 273 с.
15. Основы научных исследований: Учеб. для техн. вузов /В.И. Крутов, И.М. Грушко, В.В. Попов и др.; Под ред. В.И. Крутова, В.В. Попова. - М.: Высш. шк., 1989.-400с.

16. Практикум по автоматике: Математическое моделирование систем автоматического регулирования: учеб. пособие / Под ред. Б.А.Карташова. - Москва: КолосС, 2006. - 183с.
17. Системы автоматизированного проектирования: В 9-ти кн. Кн.4. Математические модели технических объектов: Учебное пособие для вузов / В.А.Трудоношин, Н. В. Пивоварова, Под ред. И.П.Норенкова. - М : Высшая шк. 1986. - 160 с.
18. Советов Б. Я. Моделирование систем : учебник для вузов. - Изд. 5-е, стер.. - Москва : Высш. шк., 2007. - 343 с.
19. Тихомиров В.Б. Планирование и анализ эксперимента (при проведении исследований в легкой и текстильной промышленности). – М.: Легкая индустрия, 1974. – 262 с.
20. Ящерицын П.И., Махаринский Е.И. Планирование эксперимента в машиностроении: Справ. пособие. – Мн.: Выш. шк., 1985. - 286 с.
21. М/УК 91эл. 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. - Систем. требования: 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше. - Режим доступа: <http://gstu.local/lib>. - Загл. с титул. экрана.
22. М/УК 3408. Методические указания "Математическое моделирование технологических процессов" к курсовому проекту для студентов специализации 1-36 02 01 "Машины и технология литейного производства" дневной и заочной форм обучения / А. В. Ткаченко, В. А. Жаранов; Каф. "Машины и технология литейного производства". – Гомель: ГГТУ, 2007. - 51с.

Электронные учебно-методические комплексы

23. 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 УДК 621.745.5:519.711.3(075.8) ББК 34

Список литературы сверен М (Гомель 4.В.)

- Перечни используемых средств диагностики результатов учебной деятельности
- Устный опрос.
 - Тестирование.
 - Отчеты по лабораторной работе с их устной защитой.
 - Устный зачет с предварительной подготовкой студентами содержания ответа.

Перечень лабораторных работ:

Анализ усадочных дефектов на примере компьютерной модели.

Изучение методики построения линий тренда с использованием табличного процессора

Изучение поверхности отклика для эмпирических моделей, описывающих функционирование плавильных печей.

Изучение применения критериев подобия для расчета процесса нагрева заготовок

Изучение алгоритмов расчета состава шихты для плавки.

Моделирование стационарного теплообмена в многослойной футеровке печей.

Моделирование нестационарного теплообмена в многослойной футеровке печей.

Построение плана эксперимента первого порядка.

Изучение этапов регрессионного анализа

Изучение алгоритмов одномерной оптимизации

Изучение оптимизации с использованием метода градиента

Изучение оптимизации с использованием метода Ньютона

Задание свойств материалов с нелинейными характеристиками в пакетах для численного моделирования

Применение метода конечных разностей для анализа литейных процессов.

Решение задач линейного программирования в среде Excel.

Изучение влияния среднего размера конечного элемента на длительность расчета.

Расчет коэффициентов корреляции

Оценка уровня нагруженности деталей редуктора в процессе эксплуатации.

Моделирование движения газов в аппарате циклонного типа.

Построение нейросетевой регрессионной модели зависимости качества продукции от факторов технологии на примере отливок.

Сравнение результатов моделирования отливок типа «корпус редуктора».

Получение отливки в виде стандартной спиральной пробы на жидкотекучесть.

Моделирование получения отливки типа «цилиндр».

Моделирование процесса затвердевания непрерывнолитого слитка

Анализ усадочных дефектов на примере компьютерной модели.

Тематика тестовых заданий

Понятие математической модели. Сравнение натурального и математического моделирования. Структура математической модели. Свойства математических моделей.

Структурные и функциональные модели. Теоретические и эмпирические модели. Требования, предъявляемые к математическим моделям.

Представление математической модели в безразмерном виде. Основы теории подобия, использование теории подобия при моделировании металлургических процессов. Алгоритмизация математических моделей. Дискретность (прерывность, раздельность) алгоритмов. Определенность алгоритмов. Способы преобразования математических моделей к алгоритмическому виду.

Стационарные модели. Статические математические модели. Постоянство внешних воздействий. Описание установившихся процессов в технических устройствах. Анализ и оценка параметров технического объекта с использованием статических математических моделей.

Нестационарные модели. Динамические модели. Приближенные методы анализа динамических моделей.

Основные понятия и определения теории планирования эксперимента. Назначение, особенности и классификация планов первого порядка. Критерии оптимальности и свойства экспериментальных планов. Классический план первого порядка.

Оценивание коэффициентов линейной регрессионной модели. Оценивание дисперсии случайной ошибки. Проверка однородности дисперсий случайной ошибки. Проверка значимости оценок коэффициентов регрессионной модели. Проверка адекватности и анализ работоспособности регрессионной модели.

Классификация методов и задач оптимизации. Метод дихотомии. Метод Фибоначчи. Метод золотого сечения. Метод одномерной оптимизации с постоянным шагом. Принципы параметрической оптимизации.

Сущность метода покоординатного спуска. Сущность метода вращающихся координат. Метод градиента и крутого восхождения. Корреляционный анализ.

Метод Ньютона. Метод регулярного симплекса. Метод деформируемого многогранника. Функции желательности. Условная оптимизация с ограничениями типа равенств.

Причины возникновения нелинейности. Особенности решения задач для анизотропных материалов. Физически нелинейные задачи. Методы построения разрешающей системы уравнений. Геометрически нелинейные задачи.

Метод конечных элементов. Общие положения метода. Выделение конечных элементов. Аппроксимация векторных величин. Объединение конечных элементов в ансамбль. Скалярные величины. Векторные величины. Задача стационарной теплопроводности Одномерный случай переноса тепла. Двумерный перенос тепла. Трехмерный перенос тепла. Задача нестационарной теплопроводности.

Сущность метода, достоинства и недостатки. Построение сетки. Разностная схема краевой задачи. Конечно – разностная аппроксимация

производных. Интерполяция граничных условий. Построение системы разностных уравнений. Особенности решения нелинейных задач. Практическая реализация конечно-разностного моделирования для решения задач в области металлургических процессов.

Программные комплексы на основе метода конечных разностей. Программные комплексы на основе метода конечных элементов. Особенности программной реализации матричных алгоритмов. Численные методы решения систем линейных уравнений.

Организация вычислительного эксперимента. Способы получения информации. Виды информации. Виды сигналов и их применение в информационных системах. Преобразование непрерывных сигналов в дискретные путём дискретизации во времени. Энтропия и информация. Энтропия как мера неопределенности выбора. Кодирование информации как метод повышения эффективности и обеспечения точности передачи. Современные системы математических вычислений, использующие производительность графических ускорителей.

Основные понятия и определения теории вероятностей. Функция и плотность распределения вероятностей случайной величины. Математическое ожидание, дисперсия и стандартное отклонение непрерывной случайной величины. Нормальное распределение случайной величины. Система двух случайных величин. Функция и плотность распределения системы двух случайных величин. Ковариация и коэффициент корреляции. Нормальное распределение двумерной случайной величины.

Задачи оптимизации конструкции в контексте качества проектирования и надежности эксплуатации машин и механизмов металлургического производства. Принципы и методы расчета оптимальной конструкции детали. Усталостные напряжения и их анализ. Сфера применения, ограничения метода.

Уравнения для расчета динамики жидкости и газа и методы их решения. Основы гидродинамики при литье металлов.

Достоинства методов искусственного интеллекта. Перспективы применения для прогнозирования и управления производственными процессами. Метод нейронных сетей. Практическая реализация.

Начальные и граничные условия. Нелинейный характер процессов теплового и гидродинамического взаимодействия. Модель материалов. Адекватность моделирования и ее оценка. Моделирование экзотермических материалов и теплоизоляторов.

Особенности взаимодействия между металлом и металлической формой. Проектирование и изготовление пресс-форм для литья под давлением. Гидродинамика заполнения металлом формы. Тепловые параметры взаимодействия. Граничные условия.

Аналитические модели. Общие принципы и подходы к моделированию процессов непрерывного литья. Симметрия и асимметрия процессов теплообмена. Формирование кристаллической структуры. Прогнозирование

дефектов. Неметаллические включения. Оптимизация процессов непрерывного литья.

Принципы расчета и моделирования дефектов. Методы предупреждения возникновения критически значимых дефектов в заготовках.

Характеристика инновационных подходов к преподаванию учебной дисциплины

С целью активизации познавательной деятельности студентов следует широко использовать проблемные и креативные методы, способствующие более качественному и полному пониманию и усвоению учебного материала. Теоретические лекционные занятия необходимо чередовать с лабораторными работами.

При изложении материала необходимо соблюдать единство терминологий и обозначений в соответствии с действующими стандартами.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины должно быть ориентировано на освоение студентами основ инновационных технологий, развитие навыков анализа и самостоятельности в принятии инженерных решений в будущей инженерной деятельности, умение работать с научной и технической литературой.

При изучении дисциплины также рекомендуется использовать такую форму самостоятельной работы, как решение индивидуальных задач в аудитории на лабораторных занятиях под контролем преподавателя, написание рефератов по отдельным темам, выходящим за рамки лекционного курса.

Рекомендуется не все вопросы программы выносить на лекции. В целях развития у студентов навыков работы с учебной и научной литературой можно предложить им часть разделов описательного характера изучить самостоятельно по литературе, указанной в программе. Вопросы для самостоятельного изучения рекомендуется включать в перечень вопросов к зачёту.

Для организации самостоятельной работы студентов необходимо использовать современные информационные технологии: информационные ресурсы учебного портала и электронной библиотеки университета.

При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- контролируемая самостоятельная работа в виде решения индивидуальных заданий в аудитории во время проведения лабораторных занятий под контролем преподавателя;
- подготовка по индивидуальным заданиям;
- подготовка докладов и сообщений по индивидуальным темам.

Диагностика компетенций студента

Оценка уровня знаний студента в процессе обучения производится по десятибалльной шкале.

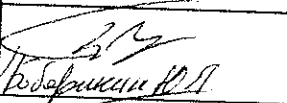
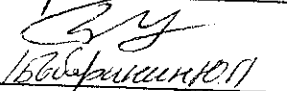
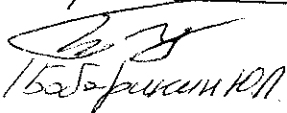
Для оценки достижений студента используется следующий диагностический инструментарий:

проведение текущих контрольных опросов на лекционных занятиях;
защита отчетов по выполненным лабораторным работам;
сдача зачёта по дисциплине;
выступление студентов на научно-технических конференциях по подготовленным материалам.

Эффективность самостоятельной работы студентов целесообразно проверять в ходе текущего (рубежного) и итогового контроля знаний в форме устного опроса, тестового контроля по темам и разделам курса (модулям).

Использование модульно-рейтинговой системы предполагает рубежный контроль знаний в виде тестирования после прохождения соответствующих разделов.

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)
Отраслевая экология. Экология в литейном производстве	МиЛП	Изменений нет	 Бабитский Кирилл Леонидович
Проектирование цехов	МиЛП	Изменений нет	 Бабитский Кирилл Леонидович
Печи литейных цехов	МиЛП	Изменений нет	 Бабитский Кирилл Леонидович
Автоматические линии и системы	МиЛП	Изменений нет	 Бабитский Кирилл Леонидович