Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Факультет атомной энергетики и технологий
Кафедра «Атомная энергетика»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине «Математическое моделирование технологических процессов и систем»

Направления подготовки
«15.03.01 Машиностроение»

Основная профессиональная образовательная программа
«Конструкторско- технологическое обеспечение автоматизированных машиностроительных производств»

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Заочная

Балаково

Цель освоения дисциплины

Изучение и получение практических навыков построения математических моделей технологических процессов и систем, повышение их эффективности методами математического моделирования.

Задачи изучения дисциплины: изучить и освоить методы построения статических и динамических математических моделей технологических процессов, в том числе методами регрессионного анализа, постановки и решения задачи исследования, идентификации, математического моделирования и повышения эффективности процессов, а также сформировать компетенции у обучающихся согласно ОС ВО НИЯУ МИФИ.

Обучение проводится в соответствии с профессиональным стандартом:

«40.031. Специалист по технологиям механообрабатывающего производства в машиностроении».

Место дисциплины в структуре ООП ВО

Перечень дисциплин, усвоение которых необходимо для изучений данной дисциплины: математика, физика, информатика, математические методы в инженерии.

В результате изучения этих дисциплин обучающиеся должны знать основные закономерности естественно - научных дисциплин, знать и применять методы математического анализа, теории дифференциальных уравнений, информационные технологии в области математических исследований.

Перечень дисциплин, усвоение которых студентами необходимо для изучения данной дисциплины: Математика, Физика, Информатика, Технология и языки программирования, Компьютерное моделирование в технике, Математические методы в инженерии.

Знания, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении дисциплин Теория автоматического управления, Информационное обеспечение проектирования техники / Информационные технологии в машиностроении, при прохождении учебной практики (по получению первичных навыков работы с программным обеспечением), производственной (технологической) и производственной (преддипломной) практик, а также в рамках Государственной итоговой аттестации.

При освоении данной дисциплины студент сможет частично продемонстрировать трудовые функции:

- С/03.6. Разработка технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности серийного (массового) производства.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины у студента формируются следующие компетенции: универсальные

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УКЕ-1	Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах	З-УКЕ-1 знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования У-УКЕ-1 уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи В-УКЕ-1 владеть: методами математического ана-

		лиза и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами

профессиональные

Задачи профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
Анализ влияния физико-механических и технологически х свойств материалов при разработке технологических процессов и изготовлении изделий	Производственные и технологические процессы; материалы	ПК-6 Способен учитывать физико-механические и технологические свойства материалов при разработке технологических процессов и изготовлении изделий	З-ПК-6 Знать: влияние физико-механических и технологических свойств материалов на технологический процесс У-ПК-6 Уметь: анализировать физико- механические и технологические свойства материалов В-ПК-6 Владеть: навыками разработки технологических процессов, обеспечивающих получение изделий с заданными физико-механическими и технологическими свойствами, и их последующей обработки

Задачи воспитания, реализуемые в рамках освоения дисциплины

Направление/цели	**Создание условий, обеспечивающих**	**Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин**	**Вовлечение в разноплановую внеучебную деятельность**
Профессиональное воспитание	- формирование творческого инженерного мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности **(В22)**	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмо-	1. Организация научного подхода и чувства «Все в одной команде» через участие студентов в проведении круглых столов и семинаров. Формирование вертикальных связей и формальных правил жизни при проведении студенческих конкурсов

		циональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.	
Профессиональное воспитание	- формирование культуры информационной безопасности **(В23)**	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирование базовых навыков информационной безопасности через изучение последствий халатного отношения к работе с информационными системами, базами данных (включая персональные данные), приемах и методах злоумышленников, потенциальном уроне пользователям.	Повышение знаний по информатизации общества и коммуникационных технологий для решения коммуникативных и познавательных задач студентами.

Структура и содержание учебной дисциплины

Дисциплина преподается студентам в 5-ом семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 ак. часов.

Календарный план

№ Раздела	**№ Темы**	**Наименование раздела (темы) дисциплины**	**Виды учебной деятельности (в часах)**					**Аттестация раздела (форма)**	**Максимальный балл за раздел**
			Всего	**Лекции**	**Лабораторные**	**Практические**	**СРС**		
1 раздел: Основные понятия моделирования процессов и систем									
1	1	Классификация моделей и виды моделирования	16	1			15		
1	2	Этапы математического моделирования	16	1			15		
1	3	Вероятностный подход к моделированию	20	1			19	Коллоквиум 1	20
2 раздел: Моделирование на макроуровне									
2	4	Детерминированный подход к моделированию	16	1			15		
2	5	Методы анализа статических моделей	20	1		4	15		
2	6	Анализ переходных процессов.	20	1		4	15	Коллоквиум 2	40
Вид промежуточной аттестации			**108**	**6**		**8**	**94**	**Зачет**	**40**

Содержание лекционного курса

Темы лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Всего часов	Учебно- методическое обеспечение
Тема 1. Классификация моделей и виды моделирования 1.1 Понятие моделирования и модели. Свойства моделей. Назначение моделей (цели и задачи исследования). 1.2 Виды моделирования. Математическое моделирование. 1.3 Классификация математических моделей	1	1-12
Тема 2. Этапы математического моделирования 2.1 Содержательная постановка задачи. Концептуальная постановка задачи моделирования. Математическая постановка задачи, формализация процесса функционирования системы. 2.2 Качественный анализ и проверка корректности модели, требования, предъявляемые к модели. Выбор и обоснование выбора метода исследования модели. Реализация математической модели в виде программы для ЭВМ. 2.3 Проверка адекватности моделей. Практическое использование построенной модели и анализ результатов моделирования	1	1-12
Тема 3. Вероятностный подход к моделированию 3.1 Функция одной переменной. Выбор вида и определение параметров эмпирической зависимости 3.2 Функции многих переменных. Множественная регрессия	1	1-12
Тема 4. Детерминированный подход к моделированию. 4.1. Компонентные и топологические уравнения. Компонентные уравнения упругих, диссипативных и инерционных элементов. Топологические уравнения. В общем виде. Механическая, гидравлическая, тепловая, электрическая системы 4.2 Формы представления моделей. Графические отображения всех типов элементов. Построение динамической схемы модели. Графы и орграфы, правила построения. Матричная форма представления ММ Правило формирования матрицы инциденций на основе орграфа системы 4.3. Методы формирования ММ.	1	1-12
Тема 5. Методы анализа статических моделей. 5.1 Численные методы решения систем алгебраических линейных уравнений. Обзор численных методов. 5.2 Метод Ньютона.	1	1-12
Тема 6. Анализ переходных процессов. 6.1 Численные методы интегрирования ОДУ. Принцип численных методов интегрирования. 6.2 Конечно-разностная аппроксимация. Обзор методов. 6.3 Явный и неявный метод Эйлера. Алгоритм метода. Примеры.	1	1-12

Перечень практических занятий

Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Всего часов	Учебно- методическое обеспечение
1	**2**	**3**
Разработка моделей методом сосредоточенных масс	4	1-12
Разработка программ в математическом редакторе для исследования статических и динамических моделей	4	1-12

Перечень лабораторных работ: учебным планом не предусмотрены

Задания для самостоятельной работы студентов

Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Всего часов	Учебно- методическое обеспечение
Классификация моделей и виды моделирования *Имитационное моделирование* Имитация как инструмент исследования сложных систем Методология построения имитационных моделей и организация имитационных экспериментов. Подготовка данных. Методы воспроизведения входных воздействий. Методики построения имитационных моделей	15	1-12
Введение в математическое моделирование техпроцессов. Техпроцесс токарной обработки. Силы резания при токарной обработке. Переменные составляющие сил резания. Деформация упругой системы. Схема упругой системы заготовки, режущего инструмента, станка. Влияние сил резания на процесс токарной обработки. Математическая модель динамической системы станка. Две составляющих математического моделирования: идентификация, имитационное моделирование на математических моделях.	15	1-12
Вероятностный подход к моделированию. Построение экспериментальных статических моделей. Метод наименьших квадратов. Построение линейной модели методом МНК. Модели деформации передней, задней бабок станка. Построение нелинейной модели путем линеаризации. Регрессионный анализ в табличном редакторе. Методика построения регрессионной модели техпроцесса. Математическая модель зависимости силы резания от режимных параметров. Выполнение заданий контрольной работы. **Экспериментирование и обработка результатов** Планирование эксперимента. Полный факторный эксперимент. Дробный факторный эксперимент. Проведение и обработка результатов планирования экспериментов	19	1-12
Детерминированный подход к моделированию *Методы формирования ММ* Узловой метод формирования ММ. Основные зависимости и принципы узлового метода формирования динамической модели. Структурно-матричный метод формирования ММ. Основные зависимости и принципы структурно-матричного метода формирования динамической модели. Метод функционально -законченных элементов. Основные зависимости и принципы метода. *Качественный анализ ММ* Понятие матрицы Якоби, правило формирования для линейных и нелинейных систем. Понятие спектра матрицы, алгоритм его расчета (составление характеристического уравнения, расчет собственных значений). Закономерности свойств системы в зависимости от значений спектра.	15	1-12
Методы анализа статических моделей. Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Обзор прямых методов. Метод Гаусса. Особенности и алгоритм анализа линейных и нелинейных систем.	15	1-12
Анализ переходных процессов.	15	1-12

Погрешности и устойчивость численных методов интегрирования. Составляющие погрешностей численных методов. Выбор шага интегрирования.		

Расчетно-графическая работа не предусмотрена учебным планом

Курсовая работа не предусмотрена учебным планом

Контрольная работа

Задание 1. Для заданных экспериментальных данных найти оценки коэффициентов линейного одномерного уравнения $y = b_0 + b_1 x$. Определить ошибку прогноза выходной переменной на основании остаточной суммы квадратов отклонений.

Задание 2. Построить регрессионное уравнение и провести полный дисперсионный анализ результатов:

а) провести анализ значимости полученных коэффициентов модели на основании t-критерия,

б) построить доверительные интервалы для полученных оценок, в которых находятся истинные значения коэффициентов,

в) определить составляющие основного уравнения дисперсионного анализа, число степеней свободы каждой составляющей,

г) показатели адекватности построенной модели по коэффициенту множественной корреляции, критерию Фишера, величине остаточной ошибки модели,

д) определить величину ошибки прогноза модели,

е) провести графический анализ остатков и сделать вывод о целесообразности или нецелесообразности изменения структуры модели.

Исходные данные по вариантам представлены в методических указаниях для выполнения контрольной работы.

Образовательные технологии

При реализации учебного материала курса используются различные образовательные технологии, способствующие созданию атмосферы свободной и творческой дискуссии как между преподавателем и студентами, так и в студенческой группе. Целью при этом является выработка у студентов навыков и компетенций, позволяющих самостоятельно вести исследовательскую и научно-педагогическую работу.

Аудиторные занятия проводятся в виде лекций с использованием ПК и компьютерного проектора, практических занятий, с использованием ПК при проведении расчетов и моделировании. Самостоятельная работа студентов проводится под руководством преподавателей, с оказанием консультаций и помощи при подготовке к контрольным работам, выполнении домашних заданий

Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

№ п/п	Наименование контролируемых разделов (темы)	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Наименование оценочного средства
Входной контроль			
1	Входной контроль		Вопросы входного контроля (устно)
Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости			
2	Анализ систем автоматического управления	З-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1, З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6	Практическая работа 1 Практическая работа 2 Практическая работа 3 Контрольная работа (заоч) Коллоквиум 1 (письменно)
3	Синтез систем автоматического управления	З-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1, З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6	Практическая работа 4 Практическая работа 5 Практическая работа 6 Коллоквиум 2 (письменно)
4	Зачет	З-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1, З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6	Вопросы к зачету (устно)

Оценочные средства для входного контроля представляют собой вопросы, которые задаются студентам в устной форме.

В качестве оценочного средства текущего контроля используются выполнение практических заданий и устный опрос по результатам их выполнения.

В качестве оценочного средства аттестации разделов используются коллоквиум 1 и 2 соответственно, а для промежуточной аттестации предусмотрены теоретические вопросы. По итогам обучения выставляется зачет.

Вопросы входного контроля

1. Непрерывная функция
2. Производная функция
3. Дифференцирование некоторых элементов функций
4. Дифференциал
5. Пределы
6. Способы задания функции
7. Частные производные
8. Основные единицу измерения системы СИ
10. Механическая энергия

Вопросы коллоквиума №1

1. Дать краткие определения понятиям модель и моделирование.
2. Какие свойства имеет модель? Какая по Вашему наиболее важная и почему?
3. В чем особенность материального моделирования? Какие разновидности вы знаете?
4. Придумайте собственный пример аналоговых моделей.
5. На какие типы разделяется идеальное моделирование?
6. Что может быть использовано в качестве моделей знакового моделирования?
7. Дайте определение математического моделирования.
8. Приведите примеры моделей математического моделирования.
9. Перечислить этапы построения моделей.
10. В чем заключается проверка адекватности модели и как она выполняется?
11. Какие преимущества аналитического и численного метода решения?
12. Какое определение можно дать имитационному моделированию?

13. Что называется имитационной моделью?
14. В каких случаях прибегают к имитационному моделированию?
15. В чем заключается цель имитационного моделирования?
16. Перечислите разновидности имитаций?
17. В чем отличие полного факторного эксперимента от дробного?
18. Что означает одно-, двух- и многофакторный анализ?

Студент на коллоквиуме дает письменные ответы на 10 вопросов из приведенного выше перечня. За каждый правильный ответ начисляется 1 балл. Максимально за коллоквиум - 10 баллов.

Шкала оценивания раздела 1

Текущий контроль успеваемости	Аттестация раздела	Максимальный / минимальный балл для аттестации раздела
Очная форма обучения		
Практическая работа 1 - 5 баллов Практическая работа 2 - 5 баллов Практическая работа 3 - 10 баллов	Коллоквиум 1 - 10 баллов	30 баллов / 18 балов
Заочная форма обучения		
Контрольная работа - 20 баллов	Коллоквиум 1 - 10 баллов	30 баллов / 18 баллов

Вопросы коллоквиума №2

1. Какими методами можно выделить дискретные элементы из сплошной среды?
2. Какие элементы выделяют в методе сосредоточенных масс?
3. Какие уравнения называют компонентными, а какие топологическими?
4. Как записываются компонентные и топологические уравнения для всех видов систем?
5. Какие вам известны графические формы представления математических моделей?
6. По какому правилу строится ориентированный граф?
7. Поясните на примере узловой метод формирования модели.
8. В чем заключается качественный анализ математической модели?
9. Какими состояниями описывается статический режим функционирования технической системы?
10. Какие задачи решаются при анализе статического режима?
11. Как формулируется алгоритм численного метода Ньютона?
12. Что является спектром матрицы Якоби?
13. Как оценить устойчивость численного метода?
14. В чем заключается анализ системы в динамическом режиме?
15. Как формулируется алгоритм неявного метода Эйлера?

Студент на коллоквиуме дает письменные ответы на 10 вопросов из приведенного выше перечня. За каждый правильный ответ начисляется 1 балл. Максимально за коллоквиум - 10 баллов.

Шкала оценивания раздела 2

Текущий контроль успеваемости	Аттестация раздела	Максимальный / минимальный балл для аттестации раздела
Очная форма обучения		
Практическая работа 4 - 6 баллов Практическая работа 5 - 7 баллов Практическая работа 6 - 6 баллов	Коллоквиум 2 - 10 баллов	30 баллов / 18 балов
Заочная форма обучения		
Практическая работа 1 - 10 баллов Практическая работа 2 - 10 баллов	Коллоквиум 2 - 10 баллов	30 баллов / 18 балов

Теоретические вопросы на зачет

1. Понятие моделирования и модели. Свойства моделей. Назначение моделей (цели и задачи исследования).
2. Виды моделирования. Математическое моделирование.
3. Классификация математических моделей
4. Содержательная постановка задачи. Концептуальная постановка задачи моделирования. Математическая постановка задачи, формализация процесса функционирования системы.
5. Качественный анализ и проверка корректности модели, требования, предъявляемые к модели. Выбор и обоснование выбора метода исследования модели. Реализация математической модели в виде программы для ЭВМ.
6. Проверка адекватности моделей. Практическое использование построенной модели и анализ результатов моделирования
7. Техпроцесс токарной обработки как объект моделирования.
8. Силы резания при токарной обработке.
9. Переменные составляющие сил резания.
10. Деформация упругой системы.
11. Функция одной переменной. Выбор вида и определение параметров эмпирической зависимости
12. Функции многих переменных. Множественная регрессия
13. Компонентные и топологические уравнения. Компонентные уравнения упругих, диссипативных и инерционных элементов. Топологические уравнения в общем виде.
14. Механическая, гидравлическая, тепловая, электрическая системы
15. Формы представления моделей. Графические отображения всех типов элементов.
16. Построение динамической схемы модели. Графы и орграфы, правила построения.
17. Матричная форма представления ММ Правило формирования матрицы инциденций на основе орграфа системы.
18. Методы формирования ММ.
19. Численные методы решения систем алгебраических линейных уравнений.
20. Обзор численных методов.
21. Метод Ньютона.
22. Численные методы интегрирования ОДУ. Принцип численных методов интегрирования.
23. Конечно-разностная аппроксимация. Обзор методов.
24. Явный и неявный метод Эйлера. Алгоритм метода. Примеры.
25. Математическое моделирование механической системы в средах имитационного моделирования.

Зачет проводится в устной форме, путем ответа на 2 вопроса из вышеприведенного перечня вопросов. При этом оценивается правильность и полнота ответа. Максимальный балл за зачет – 40 баллов (20 баллов за каждый вопрос).

Шкалы оценки образовательных достижений

Баллы (итоговой рейтинговой оценки)	**Оценка (балл за ответ на зачете)**	**Требования к знаниям**

60-100	*«зачтено» 24 - 40 баллов*	– Оценка «зачтено» выставляется студенту, если он имеет знания основного материала, если он прочно усвоил программный материал, последовательно, четко и логически стройно его излагает его на зачете, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, умеет тесно увязывать теорию с практикой – Учебные достижения в семестровый период и результатами рубежного контроля демонстрируют достаточную степень овладения программным материалом.
0-59	*«не зачтено» 0 -24 балла*	– Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «не зачтено» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. – Учебные достижения в семестровый период и результатами рубежного контроля демонстрировали не высокую степень овладения программным материалом по минимальной планке.

Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

Основная литература:

1. Петров, А. В. Моделирование процессов и систем : учебное пособие / А. В. Петров. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 288 с. — ISBN 978-5-8114-1886-2. https://e.lanbook.com/book/168879

2. Трухин, М. П. Моделирование сигналов и систем. Основы разработки компьютерных моделей систем и сигналов : учебное пособие для вузов / М. П. Трухин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 212 с. https://e.lanbook.com/book/171422

Дополнительная литература:

3. Ильичева, В. В. Моделирование систем и процессов : учебное пособие / В. В. Ильичева. — Ростов-на-Дону : РГУПС, 2020. — 92 с. — ISBN 978-5-88814-894-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/147356 .

4. Зиновьев, В. В. Моделирование процессов и систем : учебное пособие / В. В. Зиновьев, А. Н. Стародубов, П. И. Николаев. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2016. — 146 с. — ISBN 978-5-906888-10-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/105406 .

5. Горбачев, А. М. Математическое моделирование систем и процессов : учебное пособие / А. М. Горбачев, А. Г. Вяткин. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2023. — 52 с. — ISBN 978-5-7641-1927-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/394043

6. Черезов, Г. А. Математическое моделирование систем и процессов : учебное пособие / Г. А. Черезов, В. Г. Волик. — Самара : СамГУПС, 2016. — 91 с. — ISBN 978-5-98941-252-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/130371.

7. Голубева, Н. В. Основы математического моделирования систем и процессов : учебное пособие / Н. В. Голубева. — 2-е изд., с измен. — Омск : ОмГУПС, 2019. — 95 с. — ISBN 978-5-949-41238-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/129153.

8. Лихачев, А. В. Методы математического моделирования процессов и систем : учебное пособие / А. В. Лихачев. — Новосибирск : НГТУ, 2015. — 96 с. — ISBN 978-5-7782-2655-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/118308.

9. Башуров, В. В. Марковские случайные процессы в моделировании систем : учебно-методическое пособие / В. В. Башуров, О. А. Башурова, А. П. Садов. — Екатеринбург : , 2017. — 100 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:

https://e.lanbook.com/book/121376.

10. Черняева, С. Н. Имитационное моделирование систем : учебное пособие / С. Н. Черняева, Л. А. Коробова, В. В. Денисенко. — Воронеж : ВГУИТ, 2016. — 94 с. — ISBN 978-5-00032-180-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/92235

11. Салмина, Н. Ю. Имитационное моделирование : учебное пособие / Н. Ю. Салмина. — Москва : ТУСУР, 2015. — 118 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/110330

12. Палей, А. Г. Имитационное моделирование. Разработка имитационных моделей средствами iWebsim и AnyLogic : учебное пособие / А. Г. Палей, Г. А. Поллак. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-3844-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/122179.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

https://help.simintech.ru/#o_simintech/o_simintech.html - справочная система SimInTech.

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Занятия проводятся в учебной аудитории, предназначенной для проведения занятий лекционного и практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Аудитория оснащена необходимым оборудованием.

В распоряжении обучающихся студентов имеются электронно-библиотечные системы.

Учебно-методические рекомендации для студентов

1. Указания для прослушивания лекций

Перед началом занятий внимательно ознакомиться с учебным планом проведения лекций и списком рекомендованной литературы.

Перед посещением очередной лекции освежить в памяти основные концепции пройденного ранее материала. Подготовить при необходимости вопросы преподавателю. Не надо опасаться, что вопросы могут быть простыми.

На лекции основное внимание следует уделять не формулам и математическим выкладкам, а содержанию изучаемых вопросов, определениям и постановкам задач.

В процессе изучения лекционного курса необходимо по возможности часто возвращаться к основным понятиям и методам решения задач (здесь возможен выборочный контроль знаний студентов).

Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений.

Для более подробного изучения курса следует работать с рекомендованными литературными источниками и вновь появляющимися источниками.

2. Указания для участия в практических занятиях

Перед посещением уяснить тему практического занятия и самостоятельно изучить теоретические вопросы.

В конце занятия при необходимости выяснить у преподавателя неясные вопросы.

Основные результаты выполнения работы необходимо распечатать.

3. Самостоятельная работа студентов обычно складывается из нескольких составляющих:

- работа с текстами: учебниками, историческими первоисточниками, дополнительной литературой, в том числе материалами интернета, а также проработка конспектов лекций;
- написание контрольной работы у заочной формы обучения;
- подготовка к практическим занятиям;

- подготовка к зачету непосредственно перед ним.

Таким образом, самостоятельная работа студентов является необходимым компонентом получения полноценного высшего образования.

Методические рекомендации для преподавателей

1. Указания для проведения лекций

На первой вводной лекции сделать общий обзор содержания курса и отметить новые методы и подходы к решению задач, рассматриваемых в курсе, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия. Перед изложением текущего лекционного материала напомнить об основных итогах, достигнутых на предыдущих лекциях. С этой целью задать несколько вопросов аудитории и осуществить выборочный контроль знания студентов.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия. Раскрывая содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов.

Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя, категориальный аппарат. В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного практического занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к работе.

На последней лекции уделить время для обзора наиболее важных положений, рассмотренных в курсе.

2. Указания для проведения практических занятий

Четко обозначить тему практической работы.

Обсудить основные понятия, связанные с темой работы.

В процессе решения задач вести дискуссию со студентами о правильности применения теоретических знаний.

Отмечать студентов, наиболее активно участвующих в решении задач и дискуссиях.

В конце занятия задать аудитории несколько контрольных вопросов, проконтролировать ход выполнения практической работы.

3.Указания по контролю самостоятельной работы студентов

По усмотрению преподавателя задание на самостоятельную работу может быть индивидуальным или фронтальным.

При использовании индивидуальных заданий требовать от студента письменный отчет о проделанной работе.

При применении фронтальных заданий вести коллективные обсуждения со студентами основных теоретических положений.

С целью контроля качества выполнения самостоятельной работы требовать индивидуальные

отчеты (допустимо вместо письменного отчета применять индивидуальные контрольные вопросы).

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ и учебным планом основной образовательной программы по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение.

Рабочую программу составил доцент Мефедова Ю.А.

Рецензент: доцент Кудашева И.О.

Программа одобрена на заседании УМКН 15.03.01 Машиностроение.

Председатель учебно-методической комиссии Кудашева И.О.