

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

Факультет атомной энергетики и технологий
Кафедра «Атомной энергетики»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине «Моделирование процессов и систем»

Направление подготовки

«27.03.04 Управление в технических системах»

Основная профессиональная образовательная программа

«Управление и информатика в технических системах»

Квалификация выпускника

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Балаково 2021

Цель освоения дисциплины

Подготовка к научно-исследовательской деятельности, связанной с построением и исследованием моделей процессов и систем с использованием математических методов и инструментальных средств.

Задачи изучения дисциплины:

- изучить принципы и методы построения и исследования математических моделей процессов и систем управления;
- овладеть навыками моделирования процессов и систем с использованием прикладного программного обеспечения,
- изучить методы экспериментирования и обработки результатов;
- сформировать компетенции у обучающихся согласно ОС НИЯУ МИФИ.

Дисциплина изучается в соответствии с профессиональными стандартами: «40.011. Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», «24.033. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики атомной станции»

Место дисциплины в структуре ООП ВО

Для изучения курса «Моделирование процессов и систем» к студенту предъявляются следующие требования: студент должен знать основные законы естественнонаучных дисциплин; уметь демонстрировать навыки использования знаний физики и математики для решения задач теоретического и прикладного характера; владеть методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем.

Перечень дисциплин, усвоение которых студентами необходимо для изучения данной дисциплины: Математика, Физика, Математическое моделирование, Информатика.

Знания, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении дисциплин «Теория автоматического управления» (5,6 семестры), «Проектирование систем управления и контроля» (7,8 семестр), «Цифровые системы автоматического управления» (7 семестр), «Информационные технологии в проектировании сложных систем» (7 семестр), при выполнении выпускной квалификационной работы, а также при прохождении производственной (технологической и преддипломной) практики.

Обобщенные трудовые функции, которые сможет полностью или частично продемонстрировать студент при освоении данной дисциплины:

- В/02.6. Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований (Профессиональный стандарт «40.011. Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»).

- В/01.6. Обеспечение эксплуатации СИ, СА и аппаратуры СУЗ на АС (Профессиональный стандарт «24.033. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики атомной станции»).

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 математиче-	З-УКЕ-1 знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования У-УКЕ-1 уметь: использовать математические ме-

	ского анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах	тоды в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи В-УКЕ-1 владеть: методами математического анализа 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
Постановка, проведение и обработка экспериментальных исследований над объектами профессиональной деятельности	Системы и средства автоматизации, управления, контроля, технического диагностирования и информационного обеспечения	ПК-1 Способен осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке корректности и эффективности работы систем управления	З-ПК-1 Знать: методы исследования систем и элементов систем У-ПК-1 Уметь: систематизировать полученные данные, составлять описание проводимых исследований, подготавливать данные для составления обзоров и отчетов, обосновывать принимаемые проектные решения, выполнять эксперименты по проверке корректности решений В-ПК-1 Владеть: навыками построения моделей объектов профессиональной деятельности с использованием инструментальных средств, навыками тестирования, отладки и верификации
Эксплуатация контрольно-измерительных приборов и автоматики АС	Оборудование систем автоматизации, управления, контроля, технического диагностирования и информационного обеспечения	ПК-2.1 Способен осуществлять контроль технического состояния и безопасной эксплуатации оборудования КИПиА и аппаратуры СУЗ атомной станции	З-ПК-2.1 Знать: назначение, принципы действия, параметры, алгоритмы работы измерительного оборудования и оборудования систем управления; иметь базовые знания в естественнонаучных и технических областях по профилю деятельности. У-ПК-2.1 Уметь: анализировать, составлять и корректировать функциональные, структурные и принципиальные электрические схемы измерительной аппаратуры, СИ, СА; пользоваться технической и нормативной документацией. В-ПК-2.1 Владеть: навыками обходов и диагностики состояния закрепленного оборудования; обес-

			печением метрологической поверки и паспортизации СИ и СА.
--	--	--	---

Задачи воспитания, реализуемые в рамках освоения дисциплины

Направление/ цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин	Вовлечение в раз- ноплановую внеучебную дея- тельность
Професси- ональное воспитание	- формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/ практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)	1. Использование воспитательного потенциала дисциплин общепрофессионального модуля для формирования: - понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований; - способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами семинаров, открытых лекций, круглых столов; - творческого и критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований.	1. Организация и проведение конференций с целью поиска нестандартных решений в жизни научно-технического сообщества. 2. Участие в подготовке публикаций в высокорейтинговых рецензируемых научных изданиях. 3. Формирование критического мышления, посредством обсуждения со студентами современных научных исследований и иных открытий при проведении круглых столов, семинаров, открытых лекций и др.

Структура и содержание учебной дисциплины

Дисциплина преподается студентам в 5-ом семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 ак. часа.

Календарный план

№ Р а з д е л а	№ Т е м ы	Наименование раздела (темы) дисциплины	Виды учебной деятель- ности (в часах)					Аттеста- ция разде- ла (форма)	Макси- маль- ный балл за раздел	
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС			
1 раздел: Основные понятия моделирования процессов и систем										
1	1	Классификация моделей	15	2			13			

		и виды моделирования							
1	2	Этапы математического моделирования	15	2			13		
1	3	Имитационное моделирование	19	2		4	13		
1	5	Экспериментирование и обработка результатов	19	2		4	13	Кл1	25 б.
2 раздел: Моделирование на макроуровне									
2	7	Разработка моделей макроуровня	19	2		4/2	13		
2	8	Качественный анализ ММ	15	2			13		
2	9	Методы анализа статических моделей	21	2		2/2	17		
2	10	Анализ переходных процессов	21	2		2/2	17	Кл2	25 б.
Вид промежуточной аттестации			144	16		16/6	11 2	Экзамен	50 б.

Кл - коллоквиум

Содержание лекционного курса

Темы лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Всего часов	Учебно- методическое обеспечение
1	2	3
<u>Тема 1. Классификация моделей и виды моделирования</u> 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	2	1-16
<u>Тема 2. Этапы математического моделирования</u> 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	2	1-16
<u>Тема 3. Имитационное моделирование</u> 3.1. Имитация как инструмент исследования сложных систем 3.2. Методология построения имитационных моделей и организация имитационных экспериментов 3.2.1. Подготовка данных 3.2.2. Методы воспроизведения входных воздействий 3.2.3. Методики построения имитационных моделей	2	1-16
<u>Тема 4. Экспериментирование и обработка результатов</u> 4.1. Планирование эксперимента 4.1.1. Полный факторный эксперимент	2	1-16

4.1.2. Дробный факторный эксперимент 4.1.3. Проведение и обработка результатов планирования экспериментов 4.2. Обработка результатов 4.2.1. Однофакторный анализ. 4.2.2. Двух- и многофакторный анализ		
<u>Тема 5. Разработка моделей макроуровня.</u> 5.1. Компонентные и топологические уравнения. Компонентные уравнения упругих, диссипативных и инерционных элементов. Топологические уравнения. В общем виде. Механическая, гидравлическая, тепловая, электрическая системы 5.2. Формы представления моделей. Графические отображения всех типов элементов. Построение динамической схемы модели. Графы и орграфы, правила построения. Матричная форма представления ММ. Правило формирования матрицы инцидентий на основе орграфа системы 5.3. 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. Расчет параметров динамической модели.	2	1-16
<u>Тема 6. Качественный анализ ММ</u> 6.1. Понятие матрицы Якоби, правило формирования для линейных и нелинейных систем. 6.2. Понятие спектра матрицы, алгоритм его расчета (составление характеристического уравнения, расчет собственных значений). Закономерности свойств системы в зависимости от значений спектра.	2	1-16
<u>Тема 7. Методы анализа статических моделей.</u> 7.1. Численные методы решения систем алгебраических линейных уравнений. Обзор численных методов. 7.2. Метод Ньютона. 7.3. Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Обзор прямых методов. 7.4. Метод Гаусса. Особенности и алгоритм анализа линейных и нелинейных систем.	2	1-16
<u>Тема 8. Анализ переходных процессов.</u> 8.1. Численные методы интегрирования ОДУ. Принцип численных методов интегрирования. 8.2. Конечно-разностная аппроксимация. Обзор методов. 8.3. Погрешности и устойчивость численных методов интегрирования. Составляющие погрешностей численных методов. Выбор шага интегрирования. <u>8.3. Явный и неявный метод Эйлера. Алгоритм метода. Примеры.</u>	2	1-16

Перечень практических занятий

Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Всего часов	Учебно- методическое обеспечение
1	2	3
Моделирование систем в среде Simintech	4	21,22
Выбор и определение параметров эмпирической зависимости	4	17
Разработка моделей методом сосредоточенных масс	4	18
Разработка программ в редакторе Mathcad для исследования статических и динамических моделей	4	19

Перечень лабораторных работ: учебным планом не предусмотрены

Задания для самостоятельной работы студентов

Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Всего часов	Учебно- методическое обеспечение
1	2	3
Математические модели и системы управления: 1. Детерминированное управление: аналитические методы, численные методы 2. Задача оценки: фильтрация, задача прогнозирования. 3. Задача идентификации 4. Задача стохастического управления 5. Задача адаптивного управления	13	1-16
Моделирование случайных процессов. 1. Общие методы формирования моделей случайных процессов 2. Модели гауссовых процессов 3. Типовые негауссовские процессы с зависимыми отсчетами 4. Произвольные негауссовские процессы с зависимыми отсчетами 5. Многомерные стационарные нормальные случайные процессы 6. Марковские процессы 7. Математические модели сообщений	26	1-16
Моделирование одномерных систем управления в переменных состояниях. 1. Представление моделей в векторно-матричной форме. 2. Схемы моделирования. Прямое программирование. Параллельное и последовательное программирование. 3. Преобразование подобия. 4. Методы решения уравнения состояния.	13	1-16
Методология компьютерного моделирования 1. Компьютерная модель: классификация компьютерных моделей, разработка компьютерной модели 2. Пространство состояний: управляемость состояний, наблюдаемость состояний, эквивалентность состояний. 3. Управление временем: виды представления времени, организация модельного времени 4. Модели параллельных систем: взаимодействие через события, активности блоков, транзактное взаимодействие, агрегатное взаимо-	26	2

действие 5. Моделирование квазипараллельной обработки, моделирование транзактов		
Технология и примеры создания имитационных моделей в среде AnyLogic 8.3 и на базе программного комплекса iWebsim.	17	14
Язык моделирования GPSS: синтаксис, особенности применения, возможности применения языка для исследования различных систем и объектов, статистический анализ результатов моделирования	17	13

Расчетно-графическая работа не предусмотрена учебным планом

Курсовая работа не предусмотрена учебным планом

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.

Практическая подготовка при реализации учебной дисциплины организуется путем проведения практических занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка также включает в себя занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, необходимой для последующего выполнения работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Аудиторные занятия проводятся в виде лекций с использованием ПК и компьютерного проектора, практических занятий, с использованием ПК при проведении расчетов и моделирования. 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	Основные понятия моделирования процессов и систем	З-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1, З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1. З-ПК-2.1, У-ПК-2.1.	Практическая работа 1 Практическая работа 2

			Коллоквиум 1 (письменно)
3	Моделирование на макроуровне	3-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1, 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1. 3-ПК-2.1, У-ПК-2.1	Практическая работа 3 Практическая работа 4 Коллоквиум 2 (письменно)
Промежуточная аттестация			
4	Экзамен	3-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1, 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1. 3-ПК-2.1, У-ПК-2.1.	Вопросы к экзамену (письменно)

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

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

В качестве оценочного средства аттестации разделов используются вопросы коллоквиумов 1 и 2 соответственно, а для промежуточной аттестации предусмотрены теоретические вопросы.

По итогам обучения проводится экзамен в письменном виде.

Вопросы входного контроля

1. Примеры моделей объектов и систем.
2. Основные законы физики (примеры из различных разделов).
3. Классификация численных методов.
4. Математическое описание систем.
5. Методы оптимизации.
6. Методы оптимального управления.

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 ответы на 10 вопросов из приведенного выше перечня. За каждый правильный ответ начисляется 0,5 баллов. Максимально за коллоквиум - 5 баллов.

Шкала оценивания раздела 1

Текущий контроль успеваемости	Аттестация раздела	Максимальный / минимальный балл для аттестации раздела
Практическая работа 1 - 10 баллов Практическая работа 2 – 10 баллов	Коллоквиум 1 - 5 б.	25 баллов / 15 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 ответы на 10 вопросов из приведенного выше перечня. За каждый правильный ответ начисляется 0,5 баллов. Максимально за коллоквиум - 5 баллов.

Шкала оценивания раздела 2

Текущий контроль успеваемости	Аттестация раздела	Максимальный / минимальный балл для аттестации раздела
Практическая работа 3 - 10 баллов Практическая работа 4 – 10 баллов	Коллоквиум 2 - 5 б.	25 баллов / 15 баллов

Теоретические вопросы на экзамен.

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. Имитация как инструмент исследования сложных систем

8. Методология построения имитационных моделей и организация имитационных экспериментов. Подготовка данных. Методы воспроизведения входных воздействий. Методики построения имитационных моделей
9. Планирование эксперимента. Полный факторный эксперимент
10. Дробный факторный эксперимент
11. Проведение и обработка результатов планирования экспериментов
12. Обработка результатов. Однофакторный анализ.
13. Двух- и многофакторный анализ
14. Разработка моделей макроуровня. Компонентные уравнения упругих, диссипативных и инерционных элементов, топологические уравнения в общем виде.
15. Компонентные и топологические уравнения механической и электрической системы.
16. Компонентные и топологические уравнения гидравлической и тепловой системы.
17. Формы представления моделей. Графические отображения всех типов элементов. Построение динамической схемы модели.
18. Графы и оргграфы, правила построения.
19. Матричная форма представления ММ Правило формирования матрицы инцидентий на основе оргграфа системы
20. Узловой метод формирования ММ. Основные зависимости и принципы узлового метода формирования динамической модели.
21. Структурно-матричный метод формирования ММ. Основные зависимости и принципы структурно-матричного метода формирования динамической модели.
22. Метод функционально -законченных элементов. Основные зависимости и принципы метода..
23. Качественный анализ ММ . Понятие матрицы Якоби, правило формирования для линейных и нелинейных систем.
24. Понятие спектра матрицы, алгоритм его расчета (составление характеристического уравнения, расчет собственных значений). Закономерности свойств системы в зависимости от значений спектра.
25. Методы анализа статических моделей. Численные методы решения систем алгебраических линейных уравнений.
26. Обзор численных методов Метод Ньютона.
27. Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Обзор прямых методов.
28. Метод Гаусса. Особенности и алгоритм анализа линейных и нелинейных систем.
29. Анализ переходных процессов. Численные методы интегрирования ОДУ. Принцип численных методов интегрирования.
30. Конечно-разностная аппроксимация. Обзор методов.
31. Погрешности и устойчивость численных методов интегрирования. Составляющие погрешностей численных методов. Выбор шага интегрирования.
32. Явный и неявный метод Эйлера. Алгоритм метода. Примеры.

Экзамен проводится в письменной форме, путем ответа на 2 вопроса из вышеприведенного перечня вопросов. При этом оценивается правильность и полнота ответа. Максимальный балл за зачет – 50 баллов (25 баллов за каждый вопрос).

**Шкала оценивания экзамена
по дисциплине «Моделирование процессов и систем»**

Баллы (итоговой рейтинговой оценки)	Оценка (балл за ответ на экзамене)	Требования к знаниям
90-100	«отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он

	45-50	ответил на 95% вопросов экзаменационного билета, в которых показал глубокие и прочные знания по разделам дисциплины. При этом не затрудняется с ответом при видоизменении заданий.
70-89	«хорошо» 35-44	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он ответил на 75% вопросов экзаменационного билета, в которых показал глубокие и прочные знания по разделам дисциплины. При этом не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос.
60-69	«удовлетворительно» 30-34	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он ответил на 60% вопросов экзаменационного билета, в которых показал глубокие и прочные знания по разделам дисциплины. При этом не усвоил всех деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении материала.
Менее 60	«неудовлетворительно» менее 30	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который ответил менее 60% вопросов экзаменационного билета, в которых не показал глубокие и прочные знания по разделам дисциплины.

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, 2015. — 288 с. <https://e.lanbook.com/book/68472>.
2. Трухин, М. П. Моделирование сигналов и систем. Основы разработки компьютерных моделей систем и сигналов : учебное пособие / М. П. Трухин. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 212 с. <https://e.lanbook.com/book/118651>.

Дополнительная литература:

3. Ильичева, В. В. Моделирование систем и процессов : учебное пособие / В. В. Ильичева. — Ростов-на-Дону : РГУПС, 2020. — 92 с. <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. <https://e.lanbook.com/book/105406>.
5. Алпатов, Ю. Н. Моделирование процессов и систем управления : учебное пособие / Ю. Н. Алпатов. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 140 с. <https://e.lanbook.com/book/106730>.
6. Солоп, С. А. Математическое моделирование систем и процессов : учебное пособие / С. А. Солоп, А. Г. Кулькин. — Ростов-на-Дону : РГУПС, 2017. — 172 с. <https://e.lanbook.com/book/129321>.
7. Голубева, Н. В. Математическое моделирование систем и процессов : учебное пособие / Н. В. Голубева. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 192 с. <https://e.lanbook.com/book/76825>.
8. Черезов, Г. А. Математическое моделирование систем и процессов : учебное пособие / Г. А. Черезов, В. Г. Волик. — Самара : СамГУПС, 2016. — 91 с. <https://e.lanbook.com/book/130371>.
9. Голубева, Н. В. Основы математического моделирования систем и процессов : учебное пособие / Н. В. Голубева. — 2-е изд., с измен. — Омск : ОмГУПС, 2019. — 95 с. <https://e.lanbook.com/book/129153>.
10. Лихачев, А. В. Методы математического моделирования процессов и систем : учебное

пособие / А. В. Лихачев. — Новосибирск : НГТУ, 2015. — 96 с.
<https://e.lanbook.com/book/118308>.

11. 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. <https://e.lanbook.com/book/121376>.

12. Черняева, С. Н. Имитационное моделирование систем : учебное пособие / С. Н. Черняева, Л. А. Коробова, В. В. Денисенко. — Воронеж : ВГУИТ, 2016. — 94 с.
<https://e.lanbook.com/book/92235>.

13. Салмина, Н. Ю. Имитационное моделирование : учебное пособие / Н. Ю. Салмина. — Москва : ТУСУР, 2015. — 118 с. <https://e.lanbook.com/book/110330>.

14. 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. <https://e.lanbook.com/book/122179>.

15. Казанцева, Н. В. Математическое моделирование в программных пакетах Excel и MathCad : учебно-методическое пособие / Н. В. Казанцева. — Екатеринбург : , 2018. — 99 с. <https://e.lanbook.com/book/121397>.

16. Муромцев, Д. Ю. Математическое обеспечение САПР : учебное пособие / Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин. — 2-е изд. перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 464 с.
<https://e.lanbook.com/book/42192>.

Методические указания:

17. Мефедова Ю.А. Выбор и определение параметров эмпирической зависимости. – Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2020 – 16с.

18. Мефедова Ю.А. Разработка моделей методом сосредоточенных масс. – Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2020. – 20с.

19. Мефедова Ю.А. Разработка программ для исследования моделей в редакторе Mathcad. - Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2020. – 20с.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

20. «Mathcad»;

21. «Simintech»;

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

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Лекционные занятия проводятся в специализированных аудиториях, оснащенных мультимедийным оборудованием. Практические занятия проводятся в аудиториях, оснащенных компьютерами.

Для изучения дисциплины используются электронные библиотеки:

- электронно-библиотечная система НИЯУ МИФИ (свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2012620735 от 01.08.2012 г.) без ограничения количества пользователей и без ограничения срока использования ресурсов;

- электронно-библиотечная система «Консультант студента» (общество с ограниченной ответственностью «Политехресурс»). Договор № 12-21-910 от 16.07.2021 г. на предоставление доступа к электронной библиотеке к комплектам «Медицина. Здравоохранение. Базовая коллекция», «Книги издательства «Феникс», «Издательский дом МЭМИ», «Книги издательства «Проспект»: «Иностранные языки» по 31.08.2022 г.;

- электронно-библиотечная система «Айбукс» (договор № 09-21-910 от 02.07.2021 г.) на предоставление доступа по 31.08.2022 г.;

- электронно-библиотечная система «Лань» (договор № 10-21-910 от 16.07.2021 г. только на книги издательства «Лань») на предоставление доступа по 31.08.2022 г.;

- электронно-библиотечная система «Лань» (договор № 11-21-910 от 16.07.2021 г. на

книги других издательств-партнёров издательства «Лань») на предоставление доступа по 31.08.2022 г.;

- электронно-библиотечная система «ЮРАЙТ» (договор № 13-21-910 от 30.08.2021 г.) на предоставление доступа по 31.08.2022 г.;

- электронно-библиотечная система «Консультант врача» (договор № 590KB/05-2021 от 01.06.2021 г.) на предоставление доступа по 06.08. 2022 г.;

- электронно-библиотечная система «BOOK.ru» (договор № 56 от 21.06.2021 г.) на предоставление доступа по 31.08.2022 г.;

- научная электронная библиотека «elibrary» (договор № SU-353/2022 от 14.12.2021 г.) на предоставление доступа по 31.12. 2022 г.

- международный онлайн ресурс ProQuest (договор № 19-21-910 от 18.10.2021 г.) на предоставление доступа по 30.11. 2022 г.

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 докладов, рефератов;

- подготовка к практическим занятиям;

- подготовка к экзамену 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 новин-

ками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия. Уточнить план проведения практического занятия по теме лекции. 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 занятию. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить с докладами и рефератами.

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 27.03.04 Управление в технических системах

Рабочую программу составил *доцент*

Рецензент:

Мefeldова Ю.А.

доцент Корнилова Н.В.

Программа одобрена на заседании УМКН 27.03.04 Управление в технических системах от 31.08.2021 года, протокол №1.

Председатель учебно-методической комиссии

Мefeldова Ю.А.