

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 «Стандартные программные пакеты и средства  
для моделирования технологических объектов»

### **Специальность**

«14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг»

### **Основная профессиональная образовательная программа**

«Системы контроля и управления атомных станций»

### **Квалификация выпускника**

Инженер-физик

### **Форма обучения**

Очная

## **Цель освоения дисциплины**

Подготовка к научно-исследовательской и проектной деятельности, связанной с построением и исследованием моделей технологических объектов с использованием стандартных программных пакетов и средств.

Задачи изучения дисциплины:

- математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований;
- формирование компетенций у обучающихся согласно ОС НИЯУ МИФИ.

Дисциплина изучается в соответствии с профессиональным стандартом: «24.078. Специалист-исследователь в области ядерно-энергетических технологий», 24.062 Инженер-проектировщик по выводу из эксплуатации объектов использования атомной энергии, «24.032. Специалист в области теплоэнергетики (реакторное отделение)».

## **Место дисциплины в структуре ООП ВО**

При изучении курса «Стандартные программные пакеты и средства для моделирования технологических объектов» 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: Общая физика, Информатика, Введение в специальность.

Освоение дисциплины «Стандартные программные пакеты и средства для моделирования технологических объектов» в последующем необходимо при изучении теоретических дисциплин: АЭС (типы, оборудование, технологии, эксплуатация), Математическое моделирование процессов в оборудовании АЭС; Автоматизированное проектирование электронных элементов и систем; Теория автоматического управления; Системы управления; Проектирование систем управления и другие, при прохождении производственной (эксплуатационной) и производственной (преддипломной) практик, научно-исследовательской работы, а также в рамках Государственной итоговой аттестации.

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

- Профессиональный стандарт 24.078 Специалист-исследователь в области ядерно-энергетических технологий: В/02.7. Обобщение результатов, проводимых научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ с целью выработки предложений по разработке новых и усовершенствованию действующих ядерно-энергетических технологий.
- Профессиональный стандарт 24.062 Инженер-проектировщик по выводу из эксплуатации объектов использования атомной энергии В/01.7. Подготовка проектной документации по выводу из эксплуатации объектов использования атомной энергии.
- Профессиональный стандарт «24.032. Специалист в области теплоэнергетики (реакторное отделение)» В.7. Обеспечение безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов, основных фондов реакторного отделения АЭС.

## **Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

В процессе освоения данной дисциплины у студента формируются следующие компетен-

ции:

универсальные

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УКЦ-3	Способен ставить себе образовательные цели под возникающие жизненные задачи, подбирать способы решения и средства развития (в том числе с использованием цифровых средств) других необходимых компетенций	З-УКЦ-3 Знать: основные приемы эффективного управления собственным временем, основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни с использованием цифровых средств У-УКЦ-3 Уметь: эффективно планировать и контролировать собственное время, использовать методы саморегуляции, саморазвития и самообучения в течение всей жизни с использованием цифровых средств В-УКЦ-3 Владеть: методами управления собственным временем, технологиями приобретения, использования и обновления социокультурных и профессиональных знаний, умений, и навыков; методиками саморазвития и самообразования в течение всей жизни с использованием цифровых средств

профессиональные

Задачи профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
Математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований; подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций.	Ядерные, химические и тепловые процессы, протекающие в ядерных энергетических установках и на атомных станциях.	ПК-2 Способен проводить математическое моделирование для анализа всей совокупности процессов в ядерно-энергетическом и тепломеханическом оборудовании АЭС	З-ПК-2 знать методы математического анализа для моделирования процессов в ядерно-энергетическом и тепломеханическом оборудовании АЭС У-ПК-2 уметь проводить математическое моделирование процессов в ядерно-энергетическом и тепломеханическом оборудовании АЭС В-ПК-2 владеть стандартными пакетами автоматизированного проектирования и исследований
Разработка проектов элементов оборудования, технологических систем, систем контроля и управления в соответствии с техническим	Современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизиро-	ПК-8 Способен использовать информационные технологии при разработке новых установок, материалов, приборов и систем, готовностью осуществлять сбор, анализ и под-	З-ПК-8 Знать основные физические законы и стандартные прикладные пакеты используемые при проектировании физических установок и систем; У-ПК-8 уметь применять информационные технологии и прикладные пакеты используемые при проектирова-

заданием. с использованием средств автоматизации проектирования	ванного управления ядерно-физическими установками.	готовку исходных данных для проектов ЯЭУ и их компонентов	нии физических установок и систем; В-ПК-8 владеть методами анализа и исходных данных для проектов ЯЭУ и их компонентов
---	--	---	---

### Задачи воспитания, реализуемые в рамках освоения дисциплины

Направление/цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин	Вовлечение в разноплановую внеучебную деятельность
<b>Профессиональное воспитание</b>	- формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/ практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка <b>(B19)</b>	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 2 зачетных единицы, 72 ак. часа.

### Календарный план

№ Р а з д е л а	№ Т е м ы	Наименование раздела (темы) дисциплины	Виды учебной деятельно- сти (в часах)					Аттеста ция раздела (форма)	Макси маль- ный балл за раздел
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС		
1 раздел: Основные понятия моделирования									
1	1	Классификация моделей и виды моделирования	9	2		4/2	3		
1	2	Этапы математического моделирования	9	2		4/2	3		
1	3	Имитационное моделиро- вание	9	2		4/2	3		
1	4	Экспериментирование и обработка результатов	9	2		4/2	3	Кл1	30 б.
2 раздел: Моделирование на макроуровне									
2	5	Разработка моделей мак- роуровня	9	2		4/2	3		
2	6	Качественный анализ ММ	9	2		4/2	3		
2	7	Методы анализа статиче- ских моделей	9	2		4/2	3		
2	8	Анализ переходных про- цессов	9	2		4/2	3	Кл2	30 б.
Вид промежуточной аттестации			72/ 16	16		32/16	24	Зачет	40 б.

### Содержание лекционного курса

Темы лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Всего часов	Учебно- методическое обеспечение
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<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	1-17
<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	1-17

<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	1-17
<u>Тема 4. Экспериментирование и обработка результатов</u> 4.1. Планирование эксперимента 4.1.1. Полный факторный эксперимент 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	2	1-17
<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 оргграфы, правила построения. Матричная форма представления ММ. Правило формирования матрицы инцидентий на основе оргграфа 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	1-17
<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	1-17
<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	1-17
<u>Тема 8. Анализ переходных процессов.</u> 8.1. Численные методы интегрирования ОДУ. Принцип численных методов интегрирования.	2	1-17

8.2_Конечно-разностная аппроксимация. Обзор методов. 8.3 Погрешности и устойчивость численных методов интегрирования. Составляющие погрешностей численных методов. Выбор шага интегрирования. 8.3 Явный и неявный метод Эйлера. Алгоритм метода. Примеры.		
---	--	--

### Перечень практических занятий

Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Всего часов	Учебно- методическое обеспечение
1	2	3
Выбор и определение эмпирической зависимости	4	18
Изучение основных сведений и принципов работы в Simulink	4	1-17
Модель системы регулирования уровня	4	1-17
Разработка и исследование моделей исполнительных устройств	4	1-17
Разработка и исследование моделей технологических объектов атомной станций в среде Simintech	4	1-17
Разработка моделей методом сосредоточенных масс	4	1-17
Разработка программ в редакторе Mathcad для исследования статических и динамических моделей	6	19
Построение временных и частотных характеристик ТО в Mathcad	2	20

### Перечень лабораторных работ - не предусмотрены учебным планом

#### Задания для самостоятельной работы студентов

Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Всего часов	Учебно- методическое обеспечение
1	2	3
Моделирование одномерных систем управления в переменных состояния. 1. Представление моделей в векторно-матричной форме. 2. Схемы моделирования. Прямое программирование. Параллельное и последовательное программирование. 3. Преобразование подобия. 4. Методы решения уравнения состояния.	6	1-17
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, агрегат-	6	1-17

ное взаимодействие 5. Моделирование квазипараллельной обработки, моделирование транзактов		
Технология и примеры создания имитационных моделей в среде AnyLogic 8.3 и на базе программного комплекса iWebsim.	6	1-17
Язык моделирования GPSS: синтаксис, особенности применения, возможности применения языка для исследования различных систем и объектов, статистический анализ результатов моделирования	6	1-17

## **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. 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
<b>Входной контроль</b>			
1	Входной контроль		Вопросы входного контроля (устно)
<b>Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости</b>			
2	Основные понятия моделирования	3- УКЦ-3, У-УКЦ-3, В-УКЦ-3, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8	Практическая работа 1 Практическая работа 2 Практическая работа 3 Практическая работа 4 Коллоквиум 1 (письменно)



3	Моделирование на макроуровне	3- УКЦ-3, У-УКЦ-3, В-УКЦ-3 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8	Практическая работа 5 Практическая работа 6 Практическая работа 7 Практическая работа 8 Коллоквиум 2 (письменно)
Промежуточная аттестация			
4	Зачет	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8	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. Известные компьютерные программы и сферы их применения.
2. Построение графиков в математическом редакторе Mathcad.
3. Матричные вычисления в математическом редакторе Mathcad.
4. Основные структуры циклов в программировании.
5. Реализация циклов в математическом редакторе Mathcad.
6. Обыкновенные дифференциальные уравнения.
7. Дифференциальные уравнения в частных производных.
8. Системы линейных алгебраических уравнений.
9. Известные технологические объекты, применяемые на АЭС.

### 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. Перечислите 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 1 балл. Максимально за коллоквиум - 10 баллов.

### Шкала оценивания раздела 1

Текущий контроль успеваемости	Аттестация раздела	Максимальный / минимальный балл для аттестации раздела
Практическая работа 1 - 5 баллов Практическая работа 2 – 5 баллов Практическая работы 3 – 5 баллов Практическая работа 4 – 5 баллов	Коллоквиум 1 - 10 б.	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 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
Практическая работа 5 - 5 баллов Практическая работа 6 – 5 баллов Практическая работы 7 – 5 баллов Практическая работа 8 – 5 баллов	Коллоквиум 2 - 10 б.	30 баллов / 18 баллов

### 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. Понятие подобных явлений. Геометрическое подобие.
5. Кинематическое и динамическое подобие.
6. Первая и вторая теоремы подобия.
7. Третья теорема подобия. Дополнительные положения теории подобия
8. Этапы построения моделей. Обследование объекта моделирования. Концептуальная и математическая постановка задачи.
9. Этапы построения моделей. Качественный анализ и проверка корректности модели.
10. Этапы построения моделей. Выбор и обоснование выбора метода решения.

11. Этапы построения моделей. Реализация модели в виде программы для ЭВМ.
12. Этапы построения моделей. Проверка адекватности модели. Практическое использование модели и анализ результатов.
13. Имитация как инструмент исследования сложных систем
14. Методология построения имитационных моделей и организация имитационных экспериментов: подготовка данных, методы воспроизведения входных воздействий
15. Методики построения имитационных моделей
16. Полный факторный эксперимент
17. Дробный факторный эксперимент
18. Проведение и обработка результатов планирования экспериментов
19. Обработка результатов: однофакторный анализ.
20. Двух- и многофакторный анализ
21. Основные понятия макроуровня.
22. Компонентные и топологические уравнения в общем виде.
23. Компонентные и топологические уравнения механической системы.
24. Компонентные и топологические уравнения гидравлической системы.
25. Компонентные и топологические уравнения тепловой системы.
26. Компонентные и топологические уравнения электрической системы.
27. Графические формы представления ММ. Пример.
28. Матричная форма представления ММ. Пример.
29. Узловой метод формирования ММ.
30. Задачи качественного анализа ММ.
31. Моделирование и анализ статических состояний
32. Задачи анализа переходных процессов. Численные методы интегрирования ОДУ.
33. Погрешности и устойчивость численных методов интегрирования.

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 рейтингово й оценки)	Оценка (балл за ответ на зачете)	Требования к знаниям
60-100	<i>«зачтено» 24 - 40 баллов</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– 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</li> <li>– Учебные достижения в семестровый период и результатами рубежного контроля демонстрируют достаточную степень овладения программным материалом.</li> </ul>
0-59	<i>«не зачтено» 0 - 23 баллов</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– 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.</li> <li>– Учебные достижения в семестровый период и</li> </ul>

		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, 2015. — 288 с. — ISBN 978-5-8114-1886-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <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. — ISBN 978-5-8114-3674-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <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. — 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. Алпатов, Ю. Н. Моделирование процессов и систем управления : учебное пособие / Ю. Н. Алпатов. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 140 с. — ISBN 978-5-8114-2993-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <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. — ISBN 978-5-88814-588-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <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. — ISBN 978-5-8114-1424-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <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. — ISBN 978-5-98941-252-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <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. — ISBN 978-5-949-41238-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <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. — ISBN 978-5-7782-2655-5. —

Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <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. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <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. — ISBN 978-5-00032-180-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/92235>

13. 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>

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. — ISBN 978-5-8114-3844-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <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. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <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. — ISBN 978-5-8114-1573-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/42192>.

17. Якубенко, И. А. Технологические процессы производства тепловой и электрической энергии на АЭС : учебное пособие / И. А. Якубенко, М. Э. Пинчук. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2013. — 288 с. — ISBN 978-5-7262-1766-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75782> .

#### Методические указания:

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

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

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

#### Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. «Mathcad»;
2. «Simintech»;
3. [https://help.simintech.ru/#o\\_simintech/o\\_simintech.html](https://help.simintech.ru/#o_simintech/o_simintech.html) - справочная система SimInTech.

### Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Лекционные занятия проводятся в специализированных аудиториях, оснащенных мультиме-

дийным оборудованием. Практические занятия проводятся в аудиториях, оснащенных компьютерами.

### **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;
- 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. 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 практическому 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 специальности 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг.

Рабочую программу составил доцент

Рецензент: доцент



Мефедова Ю.А.

Ефремова Т.А.

Программа одобрена на заседании УМКС 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг от 15.11.2021 года, протокол №2.

Председатель учебно-методической комиссии



Ляпин А.С.