

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 «Информационное обеспечение проектирования техники»

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 методов и программных средств автоматизации процесса проектирования.

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 «Информационное обеспечение проектирования техники» к студенту предъявляются следующие требования: студент должен знать основные законы естественно-научных 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.

Дисциплина «Информационное обеспечение проектирования техники» формирует компетенции во взаимосвязи со следующими дисциплинами:

Экономика, Статистическая физика, Химия, Введение в специальность, Стандартные программные пакеты и средства для моделирования технологических объектов, Производственная практика (научно-исследовательская работа), Производственная практика (преддипломная), Государственная итоговая аттестация (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).

Математический анализ, Обыкновенные дифференциальные уравнения, Дифференциальные и интегральные уравнения, Теория вероятностей и математическая статистика, Математическое моделирование процессов в оборудовании АЭС, Физические установки, Техническая термодинамика, Гидродинамика и теплообмен, Стандартные программные пакеты и средства для моделирования технологических объектов, Теория оптимального управления, Учебная практика (ознакомительная, по получению первичных навыков работы с программным обеспечением, по получению первичных профессиональных умений и навыков), Производственная практика (эксплуатационная, по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности), Производственная практика (эксплуатационная), Производственная практика (научно-исследовательская работа), Производственная практика (преддипломная), Государственная итоговая аттестация (ПК-2 Способен проводить математическое моделирование для анализа всей совокупности процессов в ядерно-энергетическом и тепломеханическом оборудовании АЭС).

Автоматизированное проектирование электронных элементов и систем, Микропроцессорные системы, АСУ технологическими процессами АЭС, Стандартные программные пакеты и средства для моделирования технологических объектов, Компьютерная графика, Компьютерное конструирование, Автоматизация ядерных энергетических установок,

Современные системы управления ЯЭУ, Производственная практика (эксплуатационная, по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности), Производственная практика (эксплуатационная), Производственная практика (преддипломная), Государственная итоговая аттестация (ПК-8 Способен использовать информационные технологии при разработке новых установок, материалов, приборов и систем, готовностью осуществлять сбор, анализ и подготовку исходных данных для проектов ЯЭУ и их компонентов).

Освоение дисциплины «Информационное обеспечение проектирования техники» 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 компетенции:

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	<p>З-УКЦ-3 Знать: основные приемы эффективного управления собственным временем, основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни с использованием цифровых средств</p> <p>У-УКЦ-3 Уметь: эффективно планировать и контролировать собственное время, использовать методы саморегуляции, саморазвития и самообучения в течение всей жизни с использованием цифровых средств</p> <p>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</p>

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, технологически х систем, систем контроля и управления в соответствии с техническим заданием. С использованием средств автоматизации проектирования	Современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками.	ПК-8 Способен использовать информационные технологии при разработке новых установок, материалов, приборов и систем, готовностью осуществлять сбор, анализ и подготовку исходных данных для проектов ЯЭУ и их компонентов	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 проектировании 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
Профессиональное 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 вовлече-	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.

		<p>ния в исследовательские проекты по областям научных исследований;</p> <p>- способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами семинаров, открытых лекций, круглых столов;</p> <p>- творческого и критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований.</p>	<p>3. Формирование критического мышления, посредством обсуждения со студентами современных научных исследований и иных открытий при проведении круглых столов, семинаров, открытых лекций и др.</p>
--	--	--	---

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 деятельности (в часах)					Аттестация раздела (форма)	Максимальный балл за раздел
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС		
1 раздел: Основные понятия информационного обеспечения проектирования техники									
1	1	Основы системной инженерии	4	2			2		
1	2	Математическое моделирование технологического оборудования.	18	2		12	4		
1	3	Экспериментирование и обработка результатов	12	4		4	4	Кл1	30 б.
2 раздел: Имитационное и объемное моделирование									
2	4	Имитационное моделирование	20	4		8/8	8		
2	5	Объемное моделирование объектов ядерной энергетики	18	4		8/8	6	Кл2	30 б.
Вид промежуточной аттестации			72/ 16	16		32/ 16	24	Зачет	40 б.

Содержание лекционного курса

Темы лекции.	Всего	Учебно-
---------------------	--------------	----------------

Вопросы, отрабатываемые на лекции	часов	методическое обеспечение
1	2	3
<u>Тема 1. Основы системной инженерии.</u> 1.1 Понятие об автоматизированном проектировании. 1.2 CAD/CAM/CAE системы. 1.3 PDM и PLM системы.	2	1-23
<u>Тема 2. Математическое моделирование технологического оборудования.</u> 2.1 Понятие математической модели и моделирования 2.2 Моделирование на макроуровне методом сосредоточенных масс. 2.3 Разработка и исследование статических и динамических моделей	2	1-23
<u>Тема 3. Экспериментирование и обработка результатов</u> 3.1. Планирование эксперимента 3.2. Обработка результатов	4	1-23
<u>Тема 4. Имитационное моделирование</u> 4.1. Имитация как инструмент исследования сложных систем 4.2. Методология построения имитационных моделей и организация имитационных экспериментов 4.3 Моделирование напряженно-деформированного состояния объектов ядерной энергетики. Специализированное программное обеспечение для моделирования напряженно-деформированного состояния. Алгоритм моделирования напряженно-деформированного состояния. 4.4 Имитационное моделирование технологических процессов. Алгоритм имитационного моделирования. Специализированные программные продукты и CAE-системы. Визуализация технологических процессов	4	1-23
<u>Тема 5. Объемное моделирование объектов ядерной энергетики.</u> Методы объемного моделирования. Специализированные программные продукты и CAD-системы. Параметризация при объемном моделировании.	4	1-23

Перечень практических занятий

Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
Разработка моделей методом сосредоточенных масс	6	25
Разработка программ в математическом редакторе для исследования статических и динамических моделей	6	26
Выбор и определение эмпирической зависимости	4	24
Построение модели напряженно-деформированного состояния элементов первого контура ядерного энергетического реактора	8	1-23
Построение 3D-модели элементов первого контура ядерного энергетического реактора	8	1-23

Задания для самостоятельной работы студентов

Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Всего	Учебно-
--	--------------	----------------

	часов	методическое обеспечение
1	2	3
Назначение, принципы построения и состав PDM-систем. Автоматизация управления жизненным циклом изделия. Назначение и состав PLM-систем.	2	1-23
Моделирование методом сосредоточенных масс Компонентные и топологические уравнения. Формы представления моделей: графическая, матричная. Численные методы анализа статических моделей. Метод Ньютона. Прямые методы анализа статических моделей. Численных методов интегрирования для анализа динамических моделей. Явный и неявный метод Эйлера.	4	1-23
Теория и планирования эксперимента. Многофакторные эксперименты. Численные эксперименты.	4	1-23
Основные программные продукты для математического моделирования. Графическое моделирование с помощью ЭВМ. Виды графической конструкторской документации. Основные программные продукты для создания 3D-моделей.	4	1-23
Автоматизации инженерных расчётов. Понятие напряжения и деформации в элементах конструкции. Основы теории прочности. Основные программные продукты для моделирования напряженно-деформированного состояния.	4	1-23
Анализа и симуляция физических процессов. Назначение и состав CAE-систем. Статическое и динамическое моделирование. Понятие и способы оптимизации изделий с помощью CAE-систем.	6	1-23

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 информационного обеспечения проектирования техники	З-УКЦ-3, У-УКЦ-3, В-УКЦ-3, З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, З-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8	Практическая работа 1 Практическая работа 2 Практическая работа 3 Коллоквиум 1 (письменно)
3	Имитационное и объемное моделирование	З-УКЦ-3, У-УКЦ-3, В-УКЦ-3 З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, З-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8	Практическая работа 4 Практическая работа 5 Коллоквиум 2 (письменно)
Промежуточная аттестация			
4	Зачет	З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, З-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 редакторе для математических и инженерных вычислений.
3. Матричные вычисления в математическом редакторе.
4. Основные структуры циклов в программировании.
5. Реализация циклов в математическом редакторе.
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. Привести примеры CAD/CAM/CAE систем.
2. Привести примеры PDM и PLM систем.
3. Дать краткие определения понятиям модель и моделирование.
4. Какие свойства имеет модель? Какая по Вашему наиболее важная и почему?
5. В чем особенность материального моделирования? Какие разновидности вы знаете?
6. Придумайте собственный пример аналоговых моделей.
7. На какие типы разделяется идеальное моделирование?

8. Что может быть использовано в качестве моделей знакового моделирования?
9. Дайте определение математического моделирования.
10. Приведите примеры моделей математического моделирования.
11. Графические и матричные формы математической модели. Пример.
12. В чем заключается алгоритм метода Ньютона?
13. В чем заключается алгоритм метода Эйлера?
14. В чем заключается проверка адекватности модели и как она выполняется?
15. Какие преимущества аналитического и численного метода решения?
16. В чем отличие полного факторного эксперимента от дробного?
17. 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 – 10 баллов Практическая работы 3 – 5 баллов	Коллоквиум 1 - 10 б.	30 баллов / 18 баллов

Вопросы коллоквиума №2

1. Какое определение можно дать имитационному моделированию?
2. Что называется имитационной моделью?
3. В каких случаях прибегают к имитационному моделированию?
4. В чем заключается цель имитационного моделирования?
5. Перечислите разновидности имитаций?
6. Привести примеры специализированное программное обеспечение для моделирования напряженно-деформированного состояния.
7. В чем заключается алгоритм моделирования напряженно-деформированного состояния?
8. Что подразумевается под визуализацией технологических процессов?
9. Перечислите методы объемного моделирования.
10. Как выполняется параметризация при объемном моделировании?

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 4 – 10 баллов Практическая работа 5 – 10 баллов	Коллоквиум 2 - 10 б.	30 баллов / 18 баллов

Теоретические вопросы на зачет.

1. Основные понятия автоматизированного проектирования.
2. CAD/CAM/CAE системы.

3. PDM и PLM системы.
4. Понятие моделирования и модели. Свойства моделей. Назначение моделей (цели и задачи исследования):
5. Виды моделирования. Математическое моделирование.
6. Классификация математических моделей
7. Этапы построения моделей.
8. Параметризация математических моделей
9. Ограничения при построении математических моделей
10. Имитация как инструмент исследования сложных систем
11. Методология построения имитационных моделей и организация имитационных экспериментов: подготовка данных, методы воспроизведения входных воздействий
12. Методики построения имитационных моделей
13. Полный факторный эксперимент
14. Дробный факторный эксперимент
15. Проведение и обработка результатов планирования экспериментов
16. Обработка результатов: однофакторный анализ.
17. Двух- и многофакторный анализ
18. Специализированное программное обеспечение для моделирования напряженно-деформированного состояния.
19. Алгоритм моделирования напряженно-деформированного состояния.
20. Специализированные программные продукты и CAE-системы.
21. Визуализация технологических процессов
22. Методы объемного моделирования.
23. Специализированные программные продукты и CAD-системы.
24. Параметризация при объемном моделировании.

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	<ul style="list-style-type: none"> – 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 -23 баллов	<ul style="list-style-type: none"> – 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. 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>.

2. Копылов, Ю. Р. Основы компьютерных цифровых технологий машиностроения : учебник / Ю. Р. Копылов. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 496 с. — ISBN 978-5-8114-3913-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/125736>.

3. Зиновьев, Д. В. Основы моделирования в SolidWorks / Д. В. Зиновьев ; под редакцией М. И. Азанова. — Москва : ДМК Пресс, 2017. — 240 с. — ISBN 978-5-97060-556-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/97361>.

Дополнительная литература:

4. 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>.

5. Алямовский, А.А. SolidWorks Simulation. Инженерный анализ для профессионалов: задачи, методы, рекомендации [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2015. — 562 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/69953>.

6. 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>.

7. Габидулин, В.М. Трехмерное моделирование в AutoCAD 2016 [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2016. — 270 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93572>.

8. 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>.

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. 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>.

11. 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>.
12. 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>.
13. 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>.
14. Основы работы в ANSYS 17 [Электронный ресурс] / Н.Н. Федорова [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2017. — 210 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/90112>.
15. Основы трёхмерного моделирования в SolidWorks : учебное пособие / В. И. Волкоморов, А. И. Денисенко, О. Ю. Иванова, А. В. Марков. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2017. — 75 с. — ISBN 978-5-906920-63-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/121858>.
16. 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>.
17. 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>.
18. 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>.
19. Соколова, Т.Ю. AutoCAD 2016. Двухмерное и трехмерное моделирование. Учебный курс [Электронный ресурс] : справ. — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2016. — 756 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/82811>.
20. 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>.
21. 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>.
22. 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>.
23. 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:

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

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

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

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Лекционные занятия проводятся в специализированных аудиториях, оснащенных мультимедийным 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 индивиду-

альные 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 Мефедова Ю.А.

Рецензент: доцент Ефремова Т. А.

Программа одобрена на заседании УМКС 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг.

Председатель учебно-методической комиссии Ефремова Т. А.