

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

Факультет атомной энергетики и технологий  
Кафедра «Информационные системы и технологии»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине «Математическое моделирование»

**Направления подготовки**

«09.03.02 Информационные системы и технологии»

**Основная профессиональная образовательная программа**

«Информационные системы и технологии»

**Квалификация выпускника**

Бакалавр

**Форма обучения**

Заочная

### Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины «Математическое моделирование» в области обучения, воспитания, развития, соотносённые с общими целями ООП ВО и требованиями профессиональных стандартов («24.057. Специалист в области информационных технологий на атомных станциях (разработка и сопровождение программного обеспечения)») является: формирование представления о методах математического моделирования; раскрытие значения математического моделирования в современной науке; формирование представления об этапах создания математической модели; формирование представления об алгоритмах разработки математической модели.

### Место дисциплины в структуре ООП ВО

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются знания, умения и практические навыки по предшествующим дисциплинам и практикам:

Математика

Физика

История

Философия

Технологии обработки информации

Информатика

Химия

Языки программирования

Теория вероятностей и математическая статистика/Математическая статистика и прогнозирование

Учебная практика (ознакомительная)

Знания, умения и практические навыки, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин и прохождения практик:

Методы и средства проектирования информационных систем и технологий

Информационная теория управления

Моделирование процессов и систем/Основы моделирования систем

Мультимедиа технологии /Компьютерные технологии создания мультимедийного продукта

Исследование операций

Экология

Качество информационных систем

Теория принятия решений

Управление информационными ресурсами

Учебная практика (по получению первичных профессиональных умений и навыков)

Производственная практика (проектно-технологическая)

а также при прохождении государственной итоговой аттестации.

При освоении данной дисциплины студент сможет частично продемонстрировать следующие обобщённые трудовые функции: Эксплуатация информационной системы представления технологических параметров и коммерческого учета электроэнергии 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
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	З-УК-1 Знать: методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа У-УК-1 Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников В-УК-1 Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач

УКЕ-1	Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах	3-УКЕ-1 знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования У-УКЕ-1 уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи В-УКЕ-1 владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами
УКЦ-2	Способен искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач	3-УКЦ-2 Знать: методики сбора и обработки информации с использованием цифровых средств, а также актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности, принципы, методы и средства решения стандартных задач профессиональной деятельности с использованием цифровых средств и с учетом основных требований информационной безопасности У-УКЦ-2 Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; с использованием цифровых средств, осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников, и решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием цифровых средств и с учетом основных требований информационной безопасности В-УКЦ-2 Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации с использованием цифровых средств для решения поставленных задач, навыками подготовки обзоров, аннотаций, составления рефератов, научных докладов, публикаций и библиографии по научно-исследовательской работе с использованием цифровых средств и с учетом требований информационной безопасности

профессиональные

Задачи профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
разработка и внедрение технологий разработки объектов профессиональной деятельности в различных областях и сферах деятельности	информационные процессы, технологии, системы и сети, их инструментальное (программное, техническое, организационное) обеспечение, способы и методы проектирования, отладки, производства и эксплуатации информационных технологий и систем в различных областях и сферах деятельности.	ПК-5 Способен осуществлять моделирование процессов и систем на основе системного анализа предметной области	3-ПК5 - основные принципы системного подхода; методы моделирования процессов и систем У-ПК5 – проводить анализ предметной области и осуществлять ее формальное представление в виде модели В-ПК5 - инструментальными средствами моделирования

## Задачи воспитания, реализуемые в рамках освоения дисциплины

Направление/цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебной дисциплины	Вовлечение в разноплановую внеучебную деятельность
Профессиональное воспитание	формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических решений, 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 изучается студентами в 6-ом семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 ак. часов.

### Календарный план

№ Р а з д е л а	№ Т е м ы	Наименование раздела (темы) дисциплины	Виды учебной деятельности (час.)					Аттестация раздела (форма*)	Максимальный балл за раздел**
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС		
<b>1</b>	<b>Математические модели, представленные СЛАУ и СДУ</b>						КИ	<b>30</b>	
	1	Основные понятия математического моделирования	19	1/1	-	-			18
	2	Приближенное решение СЛАУ и СДУ	21/4*	1/1	-	2/2			18
	3	Приближение и интерполирование функций	21	1		2			18
<b>2</b>	<b>Математические модели, представленные СДУ</b>						КИ	<b>30</b>	
	4	Численное интегрирование	22	2	-	2			18
	5	Приближенное решение обыкновенных дифференциальных уравнений	21	1	-	2			18
		<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>4</b>				<b>3</b>	<b>40</b>	
<b>Итого</b>			<b>108/2</b>	<b>6/2</b>	<b>-</b>	<b>8/2</b>	<b>90</b>		

\* - сокращенное наименование формы контроля

\*\* - сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или)

экзамен

Сокращенное наименование форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет

### Содержание лекционного курса

Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
<b>Основные понятия математического моделирования.</b> Модель и объект. Виды и типы моделей. Правила и принципы построения моделей. Виды математического моделирования. Этапы построения математических моделей. Основные требования к математическим моделям.	1	1-6
<b>Приближенное решение СЛУ и СНУ.</b> Метод Крамера, Гаусса. Задача отделения корней. Приближённое вычисление корня уравнения с заданной точностью методом половинного деления. Метод простой итерации численного решения уравнений. Условия сходимости итерационной последовательности, оценка точности. Методы хорд и касательных.	1	1-6
<b>Приближение и интерполирование функций</b> Задачи, приводящие к аппроксимации одной функции другой. Приближение функций методом наименьших квадратов. Интерполяционный полином, его существование и единственность. Остаточный член. Интерполяционный полином Лагранжа. Разделенные разности и их свойства. Интерполяционный полином Ньютона.	1	1-6
<b>Численное интегрирование</b> Постановка задачи приближенного вычисления определённого интеграла. Формулы прямоугольников. Формула трапеций. Формула Симпсона. Практическая оценка погрешности квадратурных формул.	2	1-6
<b>Приближенное решение обыкновенных дифференциальных уравнений</b> Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений методом Эйлера. Методы Рунге — Кутты. Разностные методы решения дифференциальных уравнений.	1	1-6

### Перечень практических занятий

Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
Приближенное решение СЛАУ и СНУ.	2	1-6
Интерполирование функций полиномом.	2	1-6
Приближенное вычисление определённого интеграла.	2	1-6
Приближенное решение задачи Коши обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка.	2	1-6

Перечень лабораторных работ - не предусмотрены учебным планом

### Задания для самостоятельной работы студентов

Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
Основные области применения математических моделей. Понятие погрешности. Некорректные округления. Неустойчивость вычислительных	18	1-6

алгоритмов. Примеры неустойчивых алгоритмов.		
Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Правило Крамера, метод обращения матрицы, метод Гаусса, метод прогонки, итерационные методы (метод Якоби). Решение систем нелинейных уравнений. Методы Ньютона и итераций. Точность и сходимость решения.	18	1-6
Приближение функций сплайнами. Интерполяционные кубические сплайны. Интерполирование периодических функций тригонометрическими полиномами. Квадратичное приближение методом Чебышева. Применение интерполяции для решения уравнений. Обратное интерполирование.	18	1-6
Выбор оптимального шага при численном интегрировании. Правило Рунге практической оценки погрешности квадратурных формул. Уточнение приближенного значения интеграла по Ричардсону. Неквадратурные формулы численного интегрирования - метод Монте-Карло.	18	1-6
Способы оценки погрешностей одношаговых методов решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Распространение одношаговых методов на системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Экстраполяционные методы. Явление жесткости и его влияние на выбор методов решения задачи Коши. Неявные одношаговые (типа Рунге-Кутты) и многошаговые методы.	18	1-6

**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	Математические модели,	З-ПК-5, У- ПК-5, В- ПК-5,	Тестирование (пись-

	представленные СЛАУ и СДУ	З-УК-1, У- УК-1, В- УК-1, З-УКЕ-1, У- УКЕ-1, В- УКЕ-1, З-УКЦ-2, У- УКЦ-2, В- УКЦ-2	менно)
3	Математические модели, представленные СДУ	З-ПК-5, У- ПК-5, В- ПК-5, З-УК-1, У- УК-1, В- УК-1, З-УКЕ-1, У- УКЕ-1, В- УКЕ-1, З-УКЦ-2, У- УКЦ-2, В- УКЦ-2	Тестирование (письменно)
<b>Промежуточная аттестация</b>			
4	Зачет	З-ПК-5, У- ПК-5, В- ПК-5, З-УК-1, У- УК-1, В- УК-1, З-УКЕ-1, У- УКЕ-1, В- УКЕ-1, З-УКЦ-2, У- УКЦ-2, В- УКЦ-2	Вопросы к зачету (письменно)

Входной контроль предназначен для выявления пробелов в знаниях студентов и готовности их к получению новых знаний. Оценочные средства для входного контроля представляют собой вопросы, которые задаются студентам в устной форме.

### Перечень вопросов входного контроля

1. Матрицы. Действия над матрицами.
2. Определители. Свойства определителей.
3. Обратная матрица. Алгоритм нахождения обратной матрицы.
4. Определение производной.
5. Дифференциал функции.
6. Неопределенный интеграл.
7. Основные методы интегрирования.
8. Частные производные функции нескольких переменных.
9. Определенный интеграл.
10. Приближенные вычисления определенного интеграла (формулы прямоугольников, трапеций, парабол).
11. Дифференциальные уравнения.
12. Однородные уравнения 1 порядка.
13. Линейные однородные дифференциальные уравнения 2 порядка.
14. Неоднородные линейные уравнения 2 порядка.
15. Системы обыкновенных дифференциальных уравнений.

Текущий контроль – это непрерывно осуществляемый мониторинг уровня усвоения знаний и формирования умений и навыков в течение семестра. Текущий контроль знаний, умений и навыков студентов осуществляется в ходе учебных (аудиторных) занятий, проводимых по расписанию. Формами текущего контроля выступают опросы на практических занятиях.

### Примерный перечень вопросов к опросу

1. Задача Коши
2. Метод Эйлера численного решения ОДУ
3. Методы численного решения краевой задачи
4. Методы Рунге-Кутты
5. Метод прямоугольников
6. Интерполяция, экстраполяция, аппроксимация

### Примеры практических заданий

1. Решить систему уравнений методом Гаусса

$$\begin{cases} 2x_1 + 5x_2 + x_3 = 1 \\ -x_1 + 2x_2 - 2x_3 = 2 \\ 6x_1 + 2x_2 + x_3 = 3 \end{cases}$$

2. Решить систему уравнений методом Крамера

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 = 4 \\ x_1 + 0,2x_2 + 0,5x_3 = 3 \\ 2x_2 - 0,5x_3 = 1 \end{cases}$$

3. Решить систему уравнений методом прогонки при нулевых начальных условиях

$$\begin{cases} 5x_1 + x_2 = 2 \\ x_1 - 2,2x_2 + 0,5x_3 = 4 \\ 2x_2 - 5,4x_3 = -4 \end{cases}$$

4. Решить систему уравнений методом простых итераций

$$\begin{cases} 12x_1 + 5x_2 + x_3 = 1 \\ -x_1 + 12x_2 - 2x_3 = 2 \\ 6x_1 + 2x_2 + 18x_3 = 3 \end{cases}$$

5. Вычислить значение определенного интеграла  $I = \int_0^1 x^2 dx$  методом левых прямоугольников

6. Вычислить значение определенного интеграла  $I = \int_0^1 x^2 dx$  методом Симпсона

В качестве оценочного средства аттестации раздела используются тесты, итоговая контрольная работа. Тест содержит от 10 вопросов. На выполнение задания отводится 30 минут. Тест – это форма контроля, направленная на проверку уровня освоения контролируемого теоретического и практического материала.

### Примерный перечень тестовых заданий:

Вариант 1

1. В моделировании при выборе величины постоянного шага используют подходы

- назначают величину шага, исходя из вычислительных возможностей
- принимают величину шага равной средней интенсивности возникновения событий различных типов
- выбирают величину шага равной минимальному интервалу между наиболее частыми (или наиболее важными) событиями
- выбирают величину шага равной среднему интервалу между наиболее частыми (или наиболее важными) событиями

2. В основе всех методов и приемов моделирования случайных факторов лежит использование случайных чисел, имеющих распределение:

- Эрланга
- Пуассона
- равномерное
- нормальное

3. В ходе процесса моделирования выяснение общих свойств модели является целью этапа

- математического анализа модели
- анализа численных результатов и их применения
- постановки проблемы и ее качественного анализа
- построения математической модели

4. В ходе процесса моделирования на этапе постановки проблемы и ее качественного анализа необходимо сформулировать

- перечень задач
- сущность проблемы
- алгоритм решения проблемы
- принимаемые допущения
- отвергаемые допущения

5. Для проведения математических расчетов предназначены программные системы

- AutoCad

- b) MathCad
- c) MatLab
- d) Mathematica
- e) Mapple
- f) GPSS/H

6. Достоинствами аналитических моделей являются

- a) обозримость результатов расчета
- b) отчетливое отражение основных закономерностей явления
- c) учет большого числа факторов
- d) приспособленность для поиска оптимальных решений
- e) не требуют больших допущений

7. Модель для проведения имитационного эксперимента должна отвечать требованиям:

- a) отражать логику функционирования исследуемой системы в пространстве;
- b) отражать логику функционирования исследуемой системы во времени;
- c) обеспечивать возможность проведения математического анализа;
- d) обеспечивать возможность проведения статистического эксперимента

8. Основными анализируемыми характеристиками генерируемых датчиком последовательностей случайных величин являются:

- a) своевременность;
- b) равномерность;
- c) независимость;
- d) стохастичность;
- e) управляемость

9. При построение математической модели множество переменных разбивают на подмножества переменных 1) зависимых 2) случайных 3) независимых 4) дискретных 5) стохастических. Выберите правильный ответ

- a) 1, 3
- b) 4, 5
- c) 1, 2, 3
- d) 2, 4, 5

10. Оценка качества модели преследует цели:

- a) оценить устойчивость модели;
- b) проверить соответствие модели ее предназначению;
- c) оценить достоверность и статистические характеристики результатов;
- d) оценить чувствительность модели

11. Позволяет сократить объем и продолжительность моделирования принцип

- a) параметризации
- b) информационной достаточности
- c) множественности моделей
- d) агрегирования

12. При моделировании дискретных случайных величин используются методы:

- a) итерационных вычислений;
- b) последовательных сравнений;
- c) интерпретации;
- d) логического моделирования

13. Модели можно условно разделить на следующие группы 1) материальные 2) идеальные 3) комбинированные 4) полевые 5) виртуальные

- a) 4, 5

- b) 1, 2, 3
- c) 1, 3, 5
- d) 1, 2

14. Основной недостаток имитационных моделей

- a) необходимость использования ЭВМ
- b) большое количество выходных данных
- c) трудоемкость
- d) необходимость большого количества исходных данных

15. Степень достижения цели моделирования задают

- a) пороговым значением вероятности
- b) диапазоном детерминированных значений
- c) пороговым детерминированным значением
- d) диапазоном значений вероятностей

16. Процесс моделирования разбивается на этапы 1) постановка проблемы и ее качественный анализ 2) логическое решение 3) подготовка исходной информации 4) численное решение 5) анализ численных результатов и их применение 6) построение объекта. Выберите правильный ответ.

- a) 1, 3, 4, 5
- b) 1, 2, 5, 6
- c) 3, 4, 5, 6
- d) 1, 2, 3, 4

Вариант 2

1. В основе моделирования случайных факторов лежит использование случайных чисел, находящихся на интервале

- a) [0; 1]
- b) [1; 100]
- c) [1; 10]
- d) [0; 10]

2. В ходе процесса моделирования формализации проблемы происходит на этапе

- a) подготовки исходной информации
- b) построения математической модели
- c) анализа численных результатов и их применения
- d) постановка проблемы и ее качественного анализа

3. Достоинствами статистических моделей являются

- a) обозримость результатов расчета
- b) отчетливое отражение основных закономерностей явления
- c) учет большого числа факторов
- d) приспособленность для поиска оптимальных решений
- e) не требуют больших допущений

4. Из перечисленного различают виды времени: 1) реальное; 2) непрерывное; 3) дискретное; 4) нелинейное

- a) 2, 3
- b) 1, 2, 3,
- c) 2, 4
- d) 1, 3

5. Наиболее распространенными видами имитационных экспериментов являются:

a) исследование относительного влияния различных факторов на значения входных характеристик системы;

- b) исследование относительного влияния различных факторов на значения выходных характеристик системы;
- c) нахождение аналитической зависимости между выходными характеристиками и факторами;
- d) отыскание оптимальных значений параметров системы;
- e) отыскание всех возможных состояний системы.

6. Различают моделирование: 1) комбинированное, 2) виртуальное, 3) предметное, 4) абстрактное

- a) 3, 4
- b) 2, 4
- c) 1, 3
- d) 1, 2

7. Планирование модельных экспериментов преследует цели:

- a) уменьшение переходного периода;
- b) оптимизация степени детализации;
- c) сокращение общего объема испытаний;
- d) повышение информативности каждого из экспериментов

8. Продолжительность переходного периода определяется в значительной степени:

- a) степенью детализации модели
- b) начальными характеристиками модели
- c) структурой модели
- d) внешними воздействиями

9. При моделировании непрерывных случайных величин с заданным законом распределения используются методы:

- a) последовательных сравнений;
- b) нелинейных преобразований;
- c) итерационных вычислений;
- d) композиций;
- e) табличный

10. Сравнение измерений на реальной системе и результатов экспериментов на модели может проводиться по:

- a) сумме относительных отклонений откликов модели от откликов системы;
- b) средним значениям откликов модели и системы;
- c) дисперсиям отклонений откликов модели от среднего значения откликов системы;
- d) близости законов распределения откликов модели и системы;
- e) максимальному значению относительных отклонений откликов модели от откликов системы

11. Недостатками аналитических моделей являются

- a) плохая обзорность результатов расчета
- b) учет небольшого количества факторов
- c) громоздкость
- d) требование серьезных допущений и упрощений
- e) трудность поиска оптимальных решений

12. Одним из наиболее распространенных способов подтверждения адекватности разработанной модели является использование

- a) методов математической статистики
- b) эталонного тестирования
- c) экспертных оценок
- d) внешнего критерия

13. Из перечисленного этап формализации модели в общем случае предполагает: 1) выбор метода представления начального состояния системы; 2) выбор метода представления динамики системы; 3) формальное описание случайных факторов; 4) формальное описание неслучайных факторов; 5) выбор механизма изменения и масштаба модельного времени

- a) 2, 3, 5
- b) 1, 2, 3, 4
- c) 3, 4, 5
- d) 1, 2, 3

14. Уровень детализации модели определяется факторами

- a) числом состояний системы
- b) целями моделирования
- c) объемом априорной информации о системе
- d) требованиями к точности и достоверности результатов моделирования
- e) возможными типами состояний системы

15. Предназначена для выполнения инженерных и научных расчетов и высококачественной визуализации получаемых результатов система

- a) GPSS/H
- b) AutoCad
- c) MatLab
- d) Statistica

16. Этапу программной реализации модели должен предшествовать этап

- a) алгоритмизации
- b) проверки адекватности
- c) синтеза
- d) анализа

#### **Критерии оценки тестовых заданий:**

1. Полнота знаний теоретического контролируемого материала.
2. Количество правильных ответов.

Тестовое задание считается сданным, если студент правильно ответил на 60 процентов от общего числа вопросов.

<b>Критерии оценивания</b>	<b>Оценка</b>
Студент ответил на 90 % (и более) вопросов	Отлично
Студент ответил на 70-89 % вопросов	Хорошо
Студент ответил на 60-69 % вопросов	Удовлетворительно
Студент ответил менее чем на 59 % вопросов	Неудовлетворительно

Сумма баллов по разделам дисциплины складывается из оценок, полученных обучающимся в течение семестра по всем формам текущего контроля. Каждая форма контроля оценивается баллом в интервале от 0 до 10.

При заочной форме обучения в качестве оценочного средства аттестации раздела используется также контрольная работа.

*Контрольная работа* – средство проверки умений применять полученные знания для выполнения заданий по теме или разделу. Выполняется по индивидуальному заданию, представленному в методических указаниях для выполнения контрольных работ по дисциплине.

#### **Критерии оценки контрольной работы**

Максимальное количество баллов, начисляемое за контрольную работу, составляет 20 баллов по системе ECTS.

## Расшифровка уровня знаний, соответствующего баллам ECTS

Оценка (ECTS)	Сумма баллов	Требования к знаниям на устном зачёте
«Зачтено» – А – Е	12 - 20	Оценка «Зачтено» выставляется студенту, если он выполнил не менее 60% заданий контрольной работы; верно ответил на вопросы преподавателя
«Не зачтено» – F	менее 12	Оценка «Не зачтено» выставляется студенту, если он выполнил менее 60% заданий контрольной работы; затрудняется с ответами на вопросы преподавателя

### Промежуточная аттестация осуществляется в форме зачета

Для промежуточной аттестации предусмотрены теоретические вопросы.

По итогам обучения выставляются зачет.

При заочной форме обучения в качестве оценочного средства аттестации раздела используется также контрольная работа.

*Контрольная работа* – средство проверки умений применять полученные знания для выполнения заданий по теме или разделу. Выполняется по индивидуальному заданию, представленному в методических указаниях для выполнения контрольных работ по дисциплине.

### Примерный перечень вопросов к зачету

1. Понятие и виды моделирования.
2. Основные этапы математического моделирования
3. Классификация моделей по форме представления
4. Методы моделирования
5. Классификация модели по характеру модели
6. Прямые и обратные задачи математического моделирования
7. Классификация математических схем моделирования
8. Непрерывно-детерминированные модели
9. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений
10. Метод Гаусса для решения СЛАУ
11. Метод Крамера для решения СЛАУ
12. Метод прогонки для решения СЛАУ
13. Метод простых итераций
14. Задача Коши
15. Метод Эйлера численного решения ОДУ
16. Методы численного решения краевой задачи
17. Методы Рунге-Кутты
18. Метод прямоугольников
19. Интерполяция, экстраполяция, аппроксимация

### Критерии оценки зачета

#### Шкалы оценки образовательных достижений

Сумма баллов	Оценка по 4-х балльной шкале	Зачет	Оценка (ECTS)
90-100	отлично	Зачтено	A
85-89	хорошо		B
75-84			C
70-74			D
65-69	удовлетворительно		E
60-64		F	
Ниже 60	неудовлетворительно	не зачтено	F

Баллы (итоговой)	Баллы (зачет)	Требования к знаниям
---------------------	------------------	----------------------

рейтинговой оценки)		
100-90	Зачтено 24 – 40 баллов	теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному
85 - 89		теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному.
75 - 84		теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.
65 - 74		теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.
60-64		теоретическое содержание курса освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены, либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному
Ниже 60	не зачтено 0-23 баллов	очень слабые знания, недостаточные для понимания курса, имеется большое количество основных ошибок и недочетов

### Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

#### Основная литература:

1. 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/reader/book/129153/#1>
2. Карнадуд, О. С. Конспект лекций по математическому моделированию: учебное пособие / О. С. Карнадуд, П. Н. Победаш, С. В. Аленин. — Кемерово: КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2020. — 85 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/145120/#1>

#### Дополнительная литература:

3. Алпатов Ю.Н. Математическое моделирование производственных процессов: учебное пособие / Ю.Н. Алпатов. - 2-е изд., испр. - Санкт-Петербург: Лань, 2018. - 136 с. <https://e.lanbook.com/book/169192>
4. Клименко, И. С. Системный анализ в управлении: учебное пособие для вузов / И. С. Клименко. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 272 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/153690/#1>
5. Математическое моделирование. Практикум: учебное пособие / Л. А. Коробова, Ю. В. Бугаев, С. Н. Черняева, Ю. А. Сафонова. — Воронеж: ВГУИТ, 2017. — 112 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/106788/#1>

### **Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

1. Электронно-библиотечная система «Лань» - <http://e.lanbook.com>.
2. Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <http://www.biblio-onlain.ru>.
3. Российская национальная библиотека - <http://www.nlr.ru/>
4. Поисковая система - <http://www.rambler.ru>.
5. Поисковая система - <http://www.yandex.ru>.
6. Гарант - <http://base.garant.ru/>.
7. Интернет-Университет Информационных Технологий - <http://www.intuit.ru>

Для проведения практических занятий и выполнения самостоятельной работы используются учебные компьютерные классы с выходом в Интернет и лицензионным программным обеспечением.

### **Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины**

Лекционные занятия проводятся в аудиториях: учебная мебель, учебная доска, комплект мультимедийного оборудования

Практические занятия проводятся в компьютерных классах: учебная мебель, учебная доска, комплект мультимедийного оборудования, персональные компьютеры.

Для самостоятельной работы обучающихся имеется: читальный зал с выходом в сеть Интернет: Учебная мебель, комплект мультимедийного оборудования, персональные компьютеры, МФУ.

### **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 практического занятия при необходимости выяснить у преподавателя неясные вопросы.

Основные результаты выполнения работы необходимо распечатать.

3. Указания для выполнения самостоятельной работы

Получить у преподавателя задание и список рекомендованной литературы. Изучение теоретических вопросов следует проводить по возможности самостоятельно, но при затруднениях обращаться к преподавателю.

Подготовить письменный отчет о проделанной работе.

При выполнении заданий по усмотрению преподавателя работа может быть оценена без письменного отчета на основе ответов на контрольные вопросы, при условии активной самостоятельной работы.

Подготовить ответы на контрольные вопросы.

### **Методические рекомендации для преподавателей**

1. Указания для проведения лекций

На первой вводной лекции сделать общий обзор содержания курса и отметить новые мето-

ды 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 семинарского 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 семинару. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на занятии с докладами.

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

## 2. Указания для проведения практических занятий

Четко обозначить тему занятия.

Обсудить основные понятия, связанные с темой.

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.

## 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 по направлению 09.03.02 Информационные системы и технологии

Рабочую программу составил к.т.н., доцент Г.В. Очкур

Рецензент: к.т.н., доцент Т.А. Ефремова

Программа одобрена на заседании УМКН «Информационные системы и технологии».

Председатель учебно-методической комиссии О.В. Виштак