

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Институт информационных технологий и анализа данных»

УТВЕРЖДЕНА:

на заседании Совета института ИТиАД им. Е.И.Попова

Протокол №8 от 24 февраля 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ И СИСТЕМ»

Направление: 10.04.01 Информационная безопасность

Безопасность киберфизических систем

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Маринов Александр
Андреевич
Дата подписания: 22.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Говорков Алексей
Сергеевич
Дата подписания: 23.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Маринов
Александр Андреевич
Дата подписания: 22.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Математическое моделирование объектов и систем» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПК-3 Способность использования навыков составления и оформления организационно-нормативных документов, научных отчетов, обзоров, докладов и статей в области информационной безопасности или в области информационно-аналитических систем безопасности	ПК-3.4

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПК-3.4	Способен анализировать функциональные схемы управления технологических процессов, определять взаимосвязи между подсистемами, а также ограничения и критерии управления. Рассматривает статические и динамические характеристики работы АИС и их математическое описание; знает технологические процессы обработки информации в специальных АИС	Знать технологические процессы обработки информации в специальных АИС, а также этапы построения математической модели (ММ) Уметь определять взаимосвязи между подсистемами, а также ограничения и критерии управления. уметь работать с элементами системы управления и различать режимы работы – статический и динамический (переходной) в АИС и их математическое описание Владеть средствами вычислительной техники и средствами обеспечения безопасности в процессе разработки специальных АИС, кроме того, владеть навыками создания структуры модели её набором размерностей – количеством переменных (входа, выхода, состояния) и параметров

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Математическое моделирование объектов и систем» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Защита объектов критической информационной инфраструктуры»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Системы менеджмента информационной безопасности»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 2 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 2
Общая трудоемкость дисциплины	72	72
Аудиторные занятия, в том числе:	26	26
лекции	13	13
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	13	13
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	46	46
Трудоемкость промежуточной аттестации	0	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет	Зачет

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 2

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Описание случайного процесса (аппарат цепей Маркова)	1	2			1	2	1	7	Устный опрос
2	Математическое моделирование и теория систем (решение систем линейных дифференциальных уравнений операторным методом)	2	2			2	2	2	7	Устный опрос
3	Методика математического моделирования (метод Эйлера, метод Рунге-Кутты)	3	2			3	2	4	8	Устный опрос
4	Классификация моделей	4	1			4	2	1	8	Доклад
5	Анализ точности вычислений (погрешность решения задачи)	5	3			5	2	4	8	Устный опрос

6	Нелинейные системы управления	6	3			6	3	3	8	Доклад
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		13				13		46	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 2

№	Тема	Краткое содержание
1	Описание случайного процесса (аппарат цепей Маркова)	В данной теме рассматриваются уравнения отдельными частями и уравнение связями, задачи построения математической модели (её решение), ряд параметров которые может содержать модели (которые недоступны или трудно определяемы в реальной системе). Их определение может потребовать дополнительных экспериментов с реальной системой с целью определения (идентификации) параметров математической модели. Рассмотрена дискретная марковская цепь, дискретный марковский процесс.
2	Математическое моделирование и теория систем (решение систем линейных дифференциальных уравнений операторным методом)	Для простых систем, в примерах о материальной точке и участке электрической цепи, выбор структуры (например, в виде (1)) обычно не вызывает сомнений (если, конечно, нет необходимости учитывать дополнительные факторы, например, распределенность массы и заряда, квантовые и релятивистские эффекты) и построение математической модели конкретной системы состоит в оценке единственного параметра k по результатам эксперимента. Однако, если количество соотношений, описывающих систему, велико, может оказаться разумным учесть только небольшое число основных из них, а остальные задать в упрощенном виде или вообще пренебречь ими. При этом из эксперимента будут определены как параметры, так и (частично) структура, т.е. будет использовано сочетание подходов «серого ящика» и «черного ящика».
3	Методика математического моделирования (метод Эйлера, метод Рунге-Кутты)	Выделяя общие части различных приемов и рассматривая их во взаимодействии, можно сформулировать последовательность действий (этапов) при постановке и решении задач, которую будем называть методикой математического моделирования. В упрощенном виде один из возможных вариантов такой методики рассматривается обучающимися. Данная методика помогает более осмысленно и грамотно ставить и решать прикладные задачи. Рассмотрены численные методы решения систем

		дифференциальных уравнений
4	Классификация моделей	В данной теме рассматривается построения математической модели (ММ) системы разбивается на две части: выбор структуры и выбор параметров. Структура сложной системы определяется типами моделей каждой ее подсистемы и характером связей (отношений) между ними. Все многообразие имеющихся типов ММ можно классифицировать по нескольким основным признакам: статические (системы без «памяти»); динамические (системы с «памятью»).
5	Анализ точности вычислений (погрешность решения задачи)	При рассматривании системы как объекта управления возникает задача выбора входящего сигнала (управления) для получения желаемого выхода. Тем самым можно определить цели управления и возможную погрешность при решении задачи.
6	Нелинейные системы управления	Нелинейные системы в отличие от линейных позволяют более точно описывать процессы, происходящие в действительности. Однако наличие нелинейностей приводит к большим трудностям при их исследовании, нежели при исследовании линейных систем. Кроме того, некоторые явления могут возникать только в нелинейных системах: Конечное время ухода решения на бесконечность. Множественность состояний равновесия. Автоколебания. Для колебаний линейной инвариантной по времени системы необходимо, чтобы она имела пару собственных значений на мнимой оси. Существуют нелинейные системы, которые могут колебаться с фиксированной амплитудой и частотой вне зависимости от начальных условий этих систем. Этот тип колебаний известен как автоколебания. На фазовой плоскости траектории решений таких систем стремятся к так называемым предельным циклам. Хаос. Хаотическая динамика – тоже существенно нелинейное явление. Бифуркации, поведение нелинейной системы может претерпевать существенные изменения при малом изменении ее параметров.

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 2

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических
---	---	----------------------

		часов
1	Построить граф цепи Маркова для процесса с непрерывным временем.	2
2	Исследования с помощью простых математических структур. Получить решение системы линейных дифференциальных уравнений. Построить графики зависимости функций вероятностей линейных дифференциальных уравнений от параметра.	2
3	Решить численно систему линейных дифференциальных уравнений, полученных в рамках выполнения первой практической работы.	2
4	Классификация моделей	2
5	Получить решения системы линейных дифференциальных уравнений численным методом в соответствии с практической работой №3. Сравнить полученный результат полученным аналитически точным решением. Найти относительную погрешность и интервал наибольшего отклонения от точного значения.	2
6	Импульсная характеристика и передаточная функция.	3

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 2

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка презентаций	15
2	Проработка разделов теоретического материала	7
3	Расчетно-графические и аналогичные работы	8
4	Решение специальных задач	16

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: в теоретическом курсе предусматривается проведение интерактивной лекции по темам: «Методика математического моделирования», «Классификация моделей», «Модели линейных систем» (Темы №3,4,5); при проведении практических работ предусматривается решение задач по расчетам экономических показателей, а также проведение при решении задач по индивидуальным заданиям «разбора конкретных ситуаций».

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

<https://el.istu.edu/mod/folder/view.php?id=329152>

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

<https://el.istu.edu/mod/folder/view.php?id=329153>

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 2 | Устный опрос

Описание процедуры.

Устный опрос проводится по окончании лекционных занятий путем опроса студентов по списочному составу (при наличии бюджета времени после обсуждения установленных вопросов).

Критерии оценивания.

опрашиваемым студентом должны быть даны верные (по смыслу) ответы на поставленные вопросы; допускается помощь в ответах со стороны аудитории (давшие правильный ответ освобождаются от персональной очереди отвечающих по списку)

6.1.2 семестр 2 | Доклад

Описание процедуры.

Доклад по длительности занимает 10-12 минут (выступление длится около 7-8 минут) остальное время ответы на вопросы по докладу. В процессе подготовки доклада или выступления обучающимся используются самостоятельная работа и консультации преподавателя. Доклад должны быть логически хорошо построены, раскрывать рассматриваемый вопрос или проблему, давать полезные сведения аудитории.

Критерии оценивания.

Показатели:

1. Полнота выполнения (подготовки) доклада;
2. Своевременность выполнения доклада;
3. Последовательность и рациональность выполнения доклада;
4. Самостоятельность

Отлично (высокий уровень): студентом задание решено самостоятельно. При этом составлен правильный алгоритм решения задания, в логических рассуждениях, в выборе формул и решении нет ошибок, получен верный ответ, задание решено рациональным способом.

Хорошо (базовый уровень): Студентом задание решено с подсказкой преподавателя. При этом составлен правильный алгоритм решения задания, в логическом рассуждении и решении нет существенных ошибок; правильно сделан выбор формул для решения; есть объяснение решения, но задание решено нерациональным способом или допущено не более двух несущественных ошибок, получен верный ответ.

Удовлетворительно (пороговый уровень): Обучающимся подготовлен доклад с подсказками преподавателя. При этом доклад понятен и составлен правильно, в логическом рассуждении нет существенных ошибок, но допущены существенные ошибки в выборе (структуры, формул) или в математических расчетах; доклад подготовлен не полностью или в общем виде.

Неудовлетворительно: обучающийся не подготовил доклад.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПК-3.4	Способен продемонстрировать специализированные знания в области управления технологическими процессами: взаимосвязи между подсистемами, критериями управления, статические и динамические характеристики работы АИС и их математическое описание.	Устное собеседование по теоретическим вопросам и индивидуальные практические задания

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 2, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

- 1) Зачет по дисциплине проводится согласно расписанию в назначенной аудитории, в которую приглашается к установленному началу экзамена группа студентов.
- 2) К зачету допускаются студенты, которые выполнили все предусмотренные работы по освоению курса: сданы практические работы по выбранной теме.
- 3). Каждый студент из числа допущенных выбирает один билет и готовится к ответу в течение не менее 30 - 45 минут письменно на поставленные два вопроса в билете. Зачет проводится в форме устного опроса по экзаменационным билетам.
1. Каким образом подсистемы управления в АИС взаимодействуют друг с другом для обеспечения оптимального хода технологических процессов?
2. Какие методы математического моделирования могут быть применены для описания работы АИС управления технологическими процессами?
3. Какие инструменты анализа данных используются для оценки статических и динамических характеристик работы АИС?
4. Какие факторы могут повлиять на эффективность управления технологическими процессами в АИС, и как они могут быть учтены в математических моделях?
5. Какие методы оптимизации могут быть применены для улучшения работы АИС управления технологическими процессами?
6. Что такое положение равновесия системы?
7. Чем отличается асимптотическая устойчивость от устойчивости по Ляпунову?
8. Сколько положений равновесия есть у линейной системы?

9. Чем отличаются параметры от переменных?
10. Опишите методику математического моделирования.
11. Каким образом можно классифицировать математические модели?
12. При каких значениях параметра a система $\dot{x} = ax$ устойчива?
13. Когда оператор обработки сигналов является линейным?
14. Приведите пример, для чего используется преобразование Лапласа.
15. Что такое импульсная характеристика?
16. Сколько положений равновесия может быть у нелинейной системы?
17. Какие проблемы могут возникать при решении нелинейной системы?
18. Чем отличается локальная устойчивость от глобальной?
19. Что такое автоколебания?
20. Когда линейная система является колебательной?
21. В чем особенности бифуркации Андронова-Хопфа?
22. Что такое аттрактор?

Пример задания:

1. Каким образом подсистемы управления в АИС взаимодействуют друг с другом для обеспечения оптимального хода технологических процессов?
2. В чем особенности бифуркации Андронова-Хопфа?

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Допускает незначительные ошибки в ответе на один из вопросов, включая дополнительные по результатам собеседования.	Не отвечает на два и более вопросов

7 Основная учебная литература

1. Голубева Н. В. Математическое моделирование систем и процессов : учебное пособие для студентов вузов железнодорожного транспорта / Н. В. Голубева, 2013. - 191.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Математическое моделирование систем и процессов : тез. докл. Всерос. научно-техн. конф., 1995. - 55.
2. Кадыров А. А. Математическое моделирование объектов управления : учебное пособие / А. А. Кадыров, Д. Р. Убайдуллаева, 1979. - 107.
3. Нуммелин Эса. Общие неприводимые цепи Маркова и неотрицательные операторы / Эса Нуммелин; Перевод с англ. С. А. Аничкина, С. Н. Смирнова, 1989. - 207.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Свободно распространяемое программное обеспечение Microsoft Windows Seven Professional (Microsoft Windows Seven Starter) - Seven, Vista, XP_prof_64, XP_prof_32 - поставка 2010
2. Свободно распространяемое программное обеспечение Microsoft Windows Seven Professional [1x100] RUS (проведен апгрейд с Microsoft Windows Seven Starter [1x100]) - поставка 2010
3. Свободно распространяемое программное обеспечение Microsoft Windows Server Standard 2008 R2 Russian Academic OPEN 1 License No Level

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Рабочая станция: ASUS P5Q-EM/Intel Core 2 Duo E8500/DDRII DIMM 2Gb/320 Gb/DVD-RW/512Mb PCI-E GF/мон.19" LG/блок ИБП/мышь/кл+ ПО
2. Рабочая станция: ASUS P5Q-EM/Intel Core 2 Duo E8500/DDRII DIMM 2Gb/320 Gb/DVD-RW/512Mb PCI-E GF/мон.19" LG/блок ИБП/мышь/кл+ ПО
3. Рабочая станция: ASUS P5Q-EM/Intel Core 2 Duo E8500/DDRII DIMM 2Gb/320 Gb/DVD-RW/512Mb PCI-E GF/мон.19" LG/блок ИБП/мышь/кл+ ПО
4. Рабочая станция: ASUS P5Q-EM/Intel Core 2 Duo E8500/DDRII DIMM 2Gb/320 Gb/DVD-RW/512Mb PCI-E GF/мон.19" LG/блок ИБП/мышь/кл+ ПО
5. Рабочая станция: ASUS P5Q-EM/Intel Core 2 Duo E8500/DDRII DIMM 2Gb/320 Gb/DVD-RW/512Mb PCI-E GF/мон.19" LG/блок ИБП/мышь/кл+ ПО
6. Рабочая станция: ASUS P5Q-EM/Intel Core 2 Duo E8500/DDRII DIMM 2Gb/320 Gb/DVD-RW/512Mb PCI-E GF/мон.19" LG/блок ИБП/мышь/кл+ ПО
7. Рабочая станция: ASUS P5Q-EM/Intel Core 2 Duo E8500/DDRII DIMM 2Gb/320 Gb/DVD-RW/512Mb PCI-E GF/мон.19" LG/блок ИБП/мышь/кл+ ПО
8. Рабочая станция: ASUS P5Q-EM/Intel Core 2 Duo E8500/DDRII DIMM 2Gb/320 Gb/DVD-RW/512Mb PCI-E GF/мон.19" LG/блок ИБП/мышь/кл+ ПО
9. Рабочая станция: ASUS P5Q-EM/Intel Core 2 Duo E8500/DDRII DIMM 2Gb/320 Gb/DVD-RW/512Mb PCI-E GF/мон.19" LG/блок ИБП/мышь/кл+ ПО

10. Рабочая станция: ASUS P5Q-EM/Intel Core 2 Duo E8500/DDRII DIMM 2Gb/320 Gb/DVD-RW/512Mb PCI-E GF/мон.19" LG/блок ИБП/мышь/кл+ ПО
11. Рабочая станция: ASUS P5Q-EM/Intel Core 2 Duo E8500/DDRII DIMM 2Gb/320 Gb/DVD-RW/512Mb PCI-E GF/мон.19" LG/блок ИБП/мышь/кл+ ПО
12. Рабочая станция: ASUS P5Q-EM/Intel Core 2 Duo E8500/DDRII DIMM 2Gb/320 Gb/DVD-RW/512Mb PCI-E GF/мон.19" LG/блок ИБП/мышь/кл+ ПО
13. Рабочая станция: ASUS P5Q-EM/Intel Core 2 Duo E8500/DDRII DIMM 2Gb/320 Gb/DVD-RW/512Mb PCI-E GF/мон.19" LG/блок ИБП/мышь/кл+ ПО
14. Рабочая станция: ASUS P5Q-EM/Intel Core 2 Duo E8500/DDRII DIMM 2Gb/320 Gb/DVD-RW/512Mb PCI-E GF/мон.19" LG/блок ИБП/мышь/кл+ ПО
15. Оверхед-проектор GEHA ОНР Top vision 800
16. МФУ FS-1128 MFP
17. Сервер CPU Intel Core i7-960/GA-X58A-UD3R/DDR-IIIDimm 2Gb/HDD 1 Tb/DVD-RW/512MB PCI-E/блок пит.+ПО