

Направление подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»
Магистерская программа «Информационное и программное обеспечение
автоматизированных систем»
РПД Б1.О.05 «Математические методы анализа сложных систем»



**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
в г. Смоленске**

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора
по учебно-методической работе
филиала ФГБОУ ВО
«НИУ «МЭИ» в г. Смоленске


В.В. Рожков
« 03 » 05 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Математические методы анализа сложных систем

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки: 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»

Магистерская программа «Информационное и программное обеспечение автоматизи-
рованных систем»

Уровень высшего образования: магистратура

Нормативный срок обучения: 2 года 3 месяца

Форма обучения: очно-заочная

Год набора: 2024

Смоленск

Направление подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»
Магистерская программа «Информационное и программное обеспечение
автоматизированных систем»
РПД Б1.О.05 «Математические методы анализа сложных систем»



Программа составлена с учетом ФГОС ВО по направлению подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника», утвержденного приказом Минобрнауки России от «19» сентября 2017 г. № 918.

Программу составил:

подпись

ст. преподаватель Л.Ю. Гетманцев
ФИО

« 18 » апреля 2024 г.

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры «Вычислительная техника»
«24 » апреля 2024 г., протокол № 7.

Заведующий кафедрой «Вычислительная техника»:

подпись

д.т.н., профессор А.С.Федулов
ФИО

« 2 » мая 2024 г.

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

**Ответственный в филиале по работе
с ЛОВЗ и инвалидами**

подпись

Е.В. Зуева
ФИО

«2» мая 2024 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины – формирование знаний, умений и навыков в решении задач исследования сложных систем.

Задачи: изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач применения математических методов анализа сложных систем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Математические методы анализа сложных систем» относится к обязательной части программы. Данная дисциплина участвует в формировании универсальных компетенций УК-1, общепрофессиональных компетенций ОПК-1 и ОПК-4. Для изучения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые в процессе бакалаврской подготовки.

Перечень последующих дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной дисциплиной:

- Вычислительные системы;
- Интеллектуальные системы;
- Системы анализа и принятия решений;
- Основы проведения научных исследований;
- Ассоциативные системы хранения и обработки информации;
- Научно-исследовательская работа.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины направлено на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки.

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных
 с индикаторами достижения компетенций**

Компетенция	Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1. Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	Знает: методы, принципы и последовательность системного анализа проблемы Умеет: применять методы, принципы и последовательность системного анализа проблемы Владеет: навыками применения методов, принципов и последовательности системного анализа проблемы
	УК-1.4. Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов	Знает: основы системного подхода к критическому анализу проблемных ситуаций и выработке стратегии действий Умеет: применять системный подход при критическом анализе проблемных ситуаций и выработке стратегии действий Владеет: навыками применения системного подхода при критическом анализе проблемных ситуаций и выработке стратегии действий
ОПК-1. Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	ОПК-1.1. Приобретает математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач анализа сложных систем	Знает: теоретические основы исследования сложных систем Умеет: приобретать новые теоретические знания при решении задач исследования сложных систем Владеет: навыками приобретения новых знаний при решении задач исследования сложных систем
	ОПК-1.2. Развивает математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач анализа сложных систем	Знает: основные системные закономерности как основу решения нестандартных задач анализа сложных систем Умеет: применять системный подход при развитии и применении математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний для решения нестандартных задач анализа сложных систем Владеет: навыками применения системного подхода при развитии и

		применении математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний для решения нестандартных задач анализа сложных систем
ОПК-4. Способен применять на практике новые научные принципы и методы исследований	ОПК-4.1. Применяет на практике новые научные принципы исследований	Знает: основные математические методы анализа сложных систем и пути применения на практике новых научных принципов исследований Умеет: применять основные математические методы анализа сложных систем и новые научные принципы и методы исследований Владеет: навыками применения основных математических методов анализа сложных систем и новых научных принципов исследований
	ОПК-4.2. Применяет на практике новые методы исследований	Знает: основные математические методы анализа сложных систем и пути применения на практике новых методов исследований Умеет: применять основные математические методы анализа сложных систем и новые научные принципы и методы исследований Владеет: навыками применения основных математических методов анализа сложных систем и новых методов исследований

Направление подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»
 Магистерская программа «Информационное и программное обеспечение
 автоматизированных систем»
 РПД Б1.О.05 «Математические методы анализа сложных систем»



4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Структура дисциплины:

Индекс	Наименование	Итого за курс										Курс
		Контроль	Академических часов								з.е.	
			Всего	Контакт.	Лек	Лаб	Пр	КР	СР	Контроль	Всего	
Б1.О.05	Математические методы анализа сложных систем	Экз, РГР	252	52	18	16	18		155	45	7	1

ОБОЗНАЧЕНИЯ:

Виды промежуточной аттестации (виды контроля):

Экз - экзамен;

ЗаО - зачет с оценкой;

За – зачет;

Виды работ:

Контакт. – контактная работа обучающихся с преподавателем;

Лек. – лекционные занятия;

Лаб.– лабораторные работы;

Пр. – практические занятия;

КРП – курсовая работа (курсовой проект);

РГР – расчетно-графическая работа (реферат);

СР – самостоятельная работа студентов;

з.е.– объем дисциплины в зачетных единицах.

Содержание дисциплины:

№	Наименование видов занятий и тематик, содержание
1	Лекционные занятия - 9 шт. по 2 часа. 1.1. Понятие системности. Сущность системного подхода. Структура теории систем. Сущность системного анализа. Понятие системы. Развитие системных представлений. Основные свойства системы. 1.2. Требования к научной классификации. Системный подход к классификации систем. Классификация систем. Системный подход к оценке сложности систем. Характеристика сложной системы. Системообразующие факторы. 1.3. Основные системные закономерности: закономерности взаимодействия части и целого, закономерности иерархической упорядоченности, закономерности осуществимости систем, закономерности развития систем. Характер взаимодействия системы и среды. Система в переходных и кризисных состояниях. 1.4. Методы системного анализа. Принципы системного анализа. Последовательность системного анализа. Понятие эффективности системы. Показатели и критерии эффективности. Методика оценки эффективности системы. 1.5. Классификация методов экспертных оценок. Порядок проведения экспертизы. Задача сравнения вариантов по экспертным оценкам. Порядок расчета медианы оценок. Медиана Кемени, ее свойства, порядок определения. 1.6. Понятие структуры системы. Основные структурно-топологические характеристики системы. Методика расчета структурно-топологических характеристик. 1.7. Сущность метода группового учета аргументов. Алгоритмы реализации метода группового учета аргументов. 1.8. Методы и принципы и прогнозирования. Понятие о временном ряде. Классификация временных рядов. Обобщенная модель временного ряда. Классификация методов анализа данных, характеризующих состояние и динамику систем (временных рядов). 1.9. Модели временных рядов: модель авторегрессии, модель скользящего среднего, модель авторегрессии скользящего среднего, модель авторегрессии проинтегрированного скользящего среднего. Методика статистического анализа временных рядов. Проверка временного ряда на стационарность. Оценка качества модели временного ряда.
2	Лабораторные работы - 4 шт. по 4 часа. 2.1. Анализ исследуемой системы методом экспертных оценок. Обработка результатов экспертного опроса 2.2. Анализ структуры системы 2.3. Исследование системы методом группового учета аргументов 2.4. Анализ данных, характеризующих состояние и динамику систем
3	Практические занятия - 9 шт. по 2 часа: 3.1. Выделение исследуемой системы из среды. Определение границ системы 3.2. Исследование свойств системы 3.3. Исследование проявления основных системных закономерностей в процессе функционирования исследуемой системы 3.4. Организация исследования методом экспертных оценок 3.5. Расчет медианы Кемени 3.6. Расчет структурно-топологических характеристик системы 3.7. Решение задач множественной регрессии для МГУА 3.8. Изучение средств анализа временных рядов

	3.9. Статистический анализ временных рядов
4	Расчетно-графическая работа: «Анализ и описание системы (проблемы). Анализ структуры и функций системы. Анализ внешних связей системы. Исследование диалектики структуры и функций системы. Анализ тенденций развития системы. Исследование проявления общих закономерностей систем в процессе жизнедеятельности системы»
5	Самостоятельная работа студентов. 5.1. Подготовка к выполнению лабораторных работ и практических занятий. 5.2. Выполнение расчетно-графической работы. 5.3. Самостоятельное изучение разделов дисциплины: основные категории систем, жизненный цикл систем, возможности систем, принцип обратной связи и устойчивость систем, системный подход к оценке сложности систем, характеристика сложной системы, системообразующие факторы, решение задач множественной регрессии для МГУА, тест Дики-Фуллера (ADF-test), KPSS-test, лаговое окно Бартлета. 5.4. Подготовка к экзамену по дисциплине. (оценочные материалы приведены в разделе 6 данной РПД)

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Таблица - Образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебных занятий по дисциплине

№ п/п	Виды учебных занятий	Образовательные технологии
1.	Лекции	Классическая (традиционная, информационная) лекция в формате мультимедийных презентаций
2.	Практические занятия	Технология обучения на основе решения задач и выполнения упражнений
3.	Лабораторные работы	Технология выполнения лабораторных заданий индивидуально
4.	Самостоятельная работа студентов (внеаудиторная)	Информационно-коммуникационные технологии (доступ к ЭИОС филиала, к ЭБС филиала, доступ к информационно-методическим материалам по дисциплине)
5.	Контроль (промежуточная аттестация: экзамен)	Технология устного опроса Технология письменного контроля, в том числе тестирование

6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ – ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

К промежуточной аттестации студентов по дисциплине могут привлекаться представители работодателей, преподаватели последующих дисциплин, заведующие кафедрами.

Оценка качества освоения дисциплины включает как текущий контроль успеваемости, так и промежуточную аттестацию.

Содержание РГР:

«Анализ и описание системы (проблемы). Анализ структуры и функций системы. Анализ внешних связей системы. Исследование диалектики структуры и функций системы. Анализ тенденций развития системы. Исследование проявления общих закономерностей систем в процессе жизнедеятельности системы»

Провести анализ и описание системы (проблемы) системных позиций.

Описание должно содержать:

- назначение системы (цель ее функционирования, сущность проблемы);
- состав и структуру системы, ведущие взаимодействия между частями системы, свойства системы, не присущие ее элементам;
- описание внешней среды, внешние связи системы, выделение главных из них;
- описание функций системы и ее роли среди других систем;
- анализ диалектики структуры и функций системы;
- тенденции развития системы;
- закономерности развития системы (проявление общесистемных закономерностей в функционировании системы).

Примеры вопросов к экзамену по дисциплине:

Первый и второй вопрос в экзаменационном билете – вопрос по лекционному материалу (вопросы 1-53).

1. Понятие системы
2. Развитие системных представлений. Становление системного анализа
3. Основные свойства системы
4. Основные категории систем
5. Классификация систем по субстанции
6. Классификация систем по строению
7. Классификация систем по функционированию
8. Классификация систем по развитию
9. Характеристика сложной системы
10. Системообразующие факторы
11. Характер взаимодействия системы и среды
12. Жизненный цикл систем
13. Возможности систем
14. Система в переходных и кризисных состояниях
15. Принцип обратной связи и устойчивость систем
16. Закономерности взаимодействия части и целого
17. Закономерности иерархической упорядоченности систем
18. Закономерности осуществимости систем
19. Закономерности развития систем
20. Классификация методов экспертных оценок
21. Порядок проведения экспертизы
22. Основные шкалы измерений и их характеристика
23. Задача сравнения вариантов по экспертным оценкам

24. Порядок расчета медианы оценок
25. Расстояние Кемени, порядок определения расстояния Кемени по матрице бинарных отношений
26. Аксиомы, лежащие в основе расстояния Кемени
27. Медиана Кемени, ее свойства, порядок определения
28. Понятие структуры систем
29. Основные топологические характеристики структуры систем
30. Сущность метода группового учета аргументов
31. Алгоритмы реализации метода группового учета аргументов
32. Методы системного анализа
33. Принципы системного анализа
34. Последовательность системного анализа
35. Понятие эффективности системы
36. Показатели и критерии эффективности
37. Методика оценки эффективности системы
38. Принципы прогнозирования
39. Методы прогнозирования
40. Понятие о временном ряде
41. Классификация временных рядов
42. Классификация методов анализа временных рядов
43. Проверка временного ряда на стационарность
44. Обобщенная модель временного ряда
45. Модель авторегрессии
46. Модель скользящего среднего
47. Модель авторегрессии скользящего среднего
48. Модель авторегрессии интегрированного скользящего среднего
49. Методика статистического анализа временных рядов
50. Оценка качества модели временного ряда
51. Тест Дики-Фуллера (ADF-test)
52. KPSS-test
53. Лаговое окно Бартлета

В филиале используется система с традиционной шкалой оценок – "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно", "зачтено", "не зачтено" (далее - пятибалльная система).

Форма промежуточной аттестации по настоящей дисциплине – экзамен.

Применяемые критерии оценивания по дисциплинам (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23):

Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
«отлично»/ «зачтено (отлично)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на во-

Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
	просы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины, правильно выполнившему практическое задание. Оценка по дисциплине выставляются обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «эталонный».
«хорошо»/ «зачтено (хорошо)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющему предусмотренные задания, усвоившему основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнивший практическое задание, но допустивший при этом не принципиальные ошибки. Оценка по дисциплине выставляются обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «продвинутый».
«удовлетворительно»/ «зачтено (удовлетворительно)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющемуся с выполнением заданий, знакомому с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившему погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающему необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившему другие практические задания из того же раздела дисциплины. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «пороговый».
«неудовлетворительно»/ не зачтено	Выставляется обучающемуся, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы и неправильно выполнившему практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. Оценка по дисциплине выставляются обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции на уровне «пороговый», закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебное и учебно-лабораторное оборудование

Для проведения лекционных занятий по дисциплине используется учебная аудитория № Б-204 для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; демонстрационным оборудованием: ноутбуком, стационарным проектором, экраном.

Для проведения лабораторных работ и практических занятий используется учебная аудитория № Б-209 для лабораторных работ, выполняемых в компьютерном классе, оснащенная:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; персональными компьютерами с подключением к сети "Интернет" и доступом в ЭИОС филиала.

Для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине используется помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; персональным компьютерами с подключением к сети "Интернет" и доступом в ЭИОС филиала.

Программное обеспечение

В компьютерном классе – операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office, а также открытое программное обеспечение: эконометрический пакет программ Gretl.

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

для слепых и слабовидящих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

для глухих и слабослышащих:

- лекции оформляются в виде электронного документа;
- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
- экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;

- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере;

- используется специальная учебная аудитория для лиц с ЛОВЗ – ауд. 106 главного учебного корпуса по адресу 214013, г. Смоленск, Энергетический пр-д, д.1, здание энергетического института (основной корпус).

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены филиалом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

для слепых и слабовидящих:

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

для глухих и слабослышащих:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература.

1. В.А. Силич, М.П. Силич. Теория систем и системный анализ: Учеб. пособие. – Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск, Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 276 с. (В ЭБС «Университетская библиотека ONLINE», режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=208568&sr=1)

Дополнительная литература.

1. Теория систем и системный анализ в управлении организациями: Справочник: Учеб. пособие/ Под ред. В.Н. Волковой и А.А. Емельянова. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 848 с. (В ЭБС «Университетская библиотека ONLINE», режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=78912)

2. Ш.У. Низаметдинов, В.П. Румянцев. Анализ данных: Учеб. пособие. – М.: НИЯУ МИФИ, 2012. – 286 с. (В ЭБС «Университетская библиотека ONLINE», режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=231829)

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Но- мер из- ме- не- ния	Номера страниц				Всего стра- ниц в доку- менте	Наименование и № документа, вводящего изменения	Подпись, Ф.И.О. внесшего измене- ния в данный эк- земпляр	Дата внесения из- менения в данный эк- земпляр	Дата введения из- менения
	из- ме- нен- ных	за- ме- нен- ных	но- вых	ан- ну- ли- ро- ванн ых					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10