

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт вычислительной математики и информационных технологий



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

_____ Д.А. Таюрский

"__" _____ 20__ г.

Программа дисциплины

Теория систем и системный анализ

Направление подготовки: 09.03.03 - Прикладная информатика

Профиль подготовки: Прикладная информатика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2021

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): доцент, д.н. (доцент) Ситдиков А.С. (кафедра технологий программирования, отделение фундаментальной информатики и информационных технологий), ASSitdikov@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- основные понятия теории систем и системного анализа;
- понятие управления в теории систем;
- принципы исследования моделей систем (математическое моделирование, имитационное моделирование);
- типовые математические схемы описания систем и обобщенные алгоритмы имитационного моделирования;
- принципы построения моделей систем и процессов их функционирования.

Должен уметь:

- применять понятийный аппарат теории систем и системного анализа для описания и исследования систем;
- составлять математическую модель управления системами;
- составлять модели имитационного моделирования для исследования функционирования систем;
- применять методы системной динамики и дискретно-событийного моделирования для разработки имитационных моделей систем.

Должен владеть:

- навыками работы в инструментальной среде имитационного моделирования с использованием средств визуальной разработки модели;
- практическими навыками организации имитационных экспериментов для оценки параметров системы и определения чувствительности, выполнения табличной и графической визуализацию результатов.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- применять полученные знания и навыки в своей дальнейшей профессиональной деятельности.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.01 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 09.03.03 "Прикладная информатика (Прикладная информатика)" и относится к вариативной части.

Осваивается на 3 курсе в 5, 6 семестрах.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных(ые) единиц(ы) на 288 часа(ов).

Контактная работа - 108 часа(ов), в том числе лекции - 54 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 54 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 81 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 99 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 5 семестре; экзамен в 6 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Лекция 1. Основные понятия теории систем и системного анализа. Определения и примеры.	5	2	0	0	0	2	0	5
2.	Тема 2. Лекция 2. Функция надежности. Плотность нормированного и централизованного нормального распределения. Интеграл вероятностей.	5	2	0	0	0	2	0	5
3.	Тема 3. Лекция 3. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Начальные условия, задача Коши. Общее и частное решения, общий и частный интегралы. Разделение переменных.	5	2	0	0	0	2	0	2
4.	Тема 4. Лекция 4. Линейные дифференциальные уравнения 1 порядка. Однородные диф. уравнения первого порядка.	5	2	0	0	0	2	0	4
5.	Тема 5. Лекция 5. Линейные дифференциальные уравнения второго порядка. Лекция 6. Дифференциальные уравнения высших порядков: случаи понижения порядка.	5	2	0	0	0	2	0	5
6.	Тема 6. Лекция 6. Дифференциальные уравнения в частных производных. Классификация (гиперболический, параболический и эллиптический типы). Начальные и краевые условия. Простейшие системы уравнений с частными производными.	5	2	0	0	0	2	0	1
7.	Тема 7. Лекция 7. Уравнение колебаний струны. Решение методом Фурье. Уравнение теплопроводности. Решение методом Фурье.	5	2	0	0	0	2	0	1
8.	Тема 8. Лекция 8. Ряд и интеграл Фурье. Классические ортогональные полиномы. Полиномы Эрмита. Сферические функции.	5	2	0	0	0	2	0	1
9.	Тема 9. Лекция 9. Уравнение Лапласа. Решение задачи Дирихле для круга и шара.	5	2	0	0	0	2	0	1
10.	Тема 10. Лекция 10. Векторное пространство n измерений. Множества в n-мерном пространстве. Открытые и замкнутые множества. Гиперплоскость. Выпуклые множества. Выпуклый многогранник (полиэдр).	5	2	0	0	0	0	0	5

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
11.	Тема 11. Лекция 11. Основные задачи линейного программирования. Целевая функция. Область допустимых значений.	5	2	0	0	0	0	0	1
12.	Тема 12. Лекция 12. Геометрическая интерпретация и графическое решение задачи линейного программирования.	5	2	0	0	0	0	0	1
13.	Тема 13. Лекция 13. Транспортная задача. Постановка транспортной задачи по критерию стоимости в матричной форме.	5	2	0	0	0	0	0	1
14.	Тема 14. Лекция 14. Понятие о программировании на сетях. Алгоритм Фалкерсона. Теорема Форда-Фалкерсона.	5	2	0	0	0	0	0	1
15.	Тема 15. Лекция 15. Симплекс метод.	5	2	0	0	0	0	0	5
16.	Тема 16. Лекция 16 Понятие о динамическом программировании.	5	2	0	0	0	0	0	1
17.	Тема 17. Лекция 17. Дискретное программирование.	5	2	0	0	0	0	0	1
18.	Тема 18. Лекция 18. Стохастическое программирование.	5	2	0	0	0	0	0	4
19.	Тема 19. Лекция 19. Функции нормального, биномиального и пуассоновского распределений. Плотность вероятности.	6	2	0	0	0	4	0	5
20.	Тема 20. Лекция 20. Функция надежности. Плотность нормированного и централизованного нормального распределения. Интеграл вероятностей. Эмпирическая функция распределения выборки СВ. Выборочная средняя, её математическое ожидание и дисперсия.	6	2	0	0	0	4	0	3
21.	Тема 21. Лекция 21. Генеральная и выборочная дисперсия. Точечная оценка параметра. Несмещенные и смещенные оценки. Доверительный интервал точечной оценки. Доверительный интервал нормального распределения.	6	2	0	0	0	4	0	5
22.	Тема 22. Лекция 22. Статистическая гипотеза. Примеры выдвижения гипотез, исходя из общего вида гистограмм. Критерий согласия Пирсона для проверки статистических гипотез.	6	2	0	0	0	4	0	2
23.	Тема 23. Лекция 23. Нормированные пространства. Метрические и банаховы пространства. Гильбертово пространство.	6	2	0	0	0	4	0	5

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Самостоятельная работа
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабораторные работы, всего	Лабораторные в эл. форме	
24.	Тема 24. Лекция 24. Системы окрестностей. Топология. Топологические пространства.	6	2	0	0	0	4	0	3
25.	Тема 25. Лекция 25. Понятие алгебры. Алгебра линейных операторов.	6	2	0	0	0	4	0	5
26.	Тема 26. Лекция 26. Полилинейные функции. Сопряженное пространство. Полилинейные отображения. Полилинейные функции и тензоры. Тензоры в евклидовых пространствах. Понятие о тензорном анализе.	6	2	0	0	0	4	0	3
27.	Тема 27. Лекция 27. Тензорные алгебры. Понятие многообразия. Роль многообразий в системном анализе. Функции на многообразиях. Понятие форм. Дифференцирование и интегрирование на многообразиях.	6	2	0	0	0	4	0	5
	Итого		54	0	0	0	54	0	81

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Лекция 1. Основные понятия теории систем и системного анализа. Определения и примеры.

Системный анализ - методология исследования любых объектов посредством представления их в качестве систем и анализа этих систем. Можно отметить следующие типичные ситуации, требующие применения методов системного анализа применительно к экономическим задачам:

для выявления и четкого формулирования проблемы в условиях большой информационной неопределенности;

для выбора стратегии экономических исследований и разработок;

для точного математического описания и определения экономических и организационно-экономических систем (границ, входов, выходов и других компонентов систем) с целью их моделирования;

для выявления целей развития и функционирования системы, критериев оценки полноты выполнения целей и стратегии ее достижения;

для решения исследовательских задач, связанных с решением экономических и социально-экономических проблем;

для решения задач управления, для принятия решений в условиях информационной неопределенности;

для проектирования, анализа и выявления функции и состава вновь создаваемой системы.

Тема 2. Лекция 2. Функция надежности. Плотность нормированного и централизованного нормального распределения. Интеграл вероятностей.

Плотность вероятности случайной величины, имеющей распределение Стьюдента немного отличается от нормального закона распределения случайной величины. С открытием закона распределения Стьюдента (который уже при $n > 20$ не отличается от нормального) произошло изменение формул, определяющих границы доверительного интервала для математического ожидания случайной величины при заданной доверительной вероятности α и неизвестном σ .

Тема 3. Лекция 3. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Начальные условия, задача Коши. Общее и частное решения, общий и частный интегралы. Разделение переменных.

Дифференциальным уравнением называется уравнение, связывающее независимую переменную x , искомую функцию y и производные этой функции.

Если искомая функция есть функция одной переменной x , то дифференциальное уравнение называется обыкновенным.

Порядком дифференциального уравнения называется порядок наивысшей производной, входящей в уравнение.

Решением дифференциального уравнения на интервале называется функция, определенная на интервале вместе со своими производными, и такая, что подстановка функции в дифференциальное уравнение превращает последнее в тождество.

Тема 4. Лекция 4. Линейные дифференциальные уравнения 1 порядка. Однородные диф. уравнения первого порядка.

Линейным дифференциальным уравнением первого порядка называется уравнение, содержащее неизвестную функцию и ее производную в первой степени.

Такое уравнение можно решать методом Бернулли с помощью подстановки $y=uv$

где u и v - новые неизвестные функции от x .

Однородное дифференциальное уравнение первого порядка приводится к уравнению с разделяющимися переменными с помощью подстановки $y=ux$.

Тема 5. Лекция 5. Линейные дифференциальные уравнения второго порядка. Лекция 6. Дифференциальные уравнения высших порядков: случаи понижения порядка.

Линейным однородным дифференциальным уравнением второго порядка с постоянными коэффициентами называется уравнение вида $y''+py'+qy=0$. Частное решение такого уравнения ищется в виде $y=\exp(kx)$. Общее решение строится в виде суперпозиции частных решений.

Линейное неоднородное дифференциальное уравнение второго порядка имеет вид $y''+py'+qy=f(x)$. Общее решение строится в виде суммы общего решения соответствующего однородного уравнения и какого-нибудь частного решения неоднородного уравнения.

Тема 6. Лекция 6. Дифференциальные уравнения в частных производных. Классификация (гиперболический, параболический и эллиптический типы). Начальные и краевые условия. Простейшие системы уравнений с частными производными.

Физические явления в таких областях, как динамика жидкости, электричество и магнетизм, механика, оптика, теплопередача, описываются с помощью дифференциальных уравнений в частных производных. Производные появляются в уравнениях потому, что они описывают важнейшие физические величины (такие, как скорость, ускорение, сила, поток, трение, электрический ток и т.д.). В отличие от обыкновенных дифференциальных уравнений, в которых неизвестная функция зависит только от одной независимой переменной, в уравнениях с частными производными неизвестная функция зависит от нескольких переменных.

Тема 7. Лекция 7. Уравнение колебаний струны. Решение методом Фурье. Уравнение теплопроводности. Решение методом Фурье.

Уравнение относится к гиперболическому типу. Функция u имеет смысл смещения струны из положения равновесия, или избыточное давление воздуха в трубе, или магнитуда электромагнитного поля в трубе. Для того, чтобы сформулировать задачу Коши в начальный момент времени, следует задать смещение и скорость струны в начальный момент времени.

Тема 8. Лекция 8. Ряд и интеграл Фурье. Классические ортогональные полиномы. Полиномы Эрмита. Сферические функции.

В более общем виде, рядом Фурье элемента некоторого пространства функций называется разложение этого элемента по полной системе ортонормированных функций или другими словами по базису, состоящему из ортогональных функций. В зависимости от используемого вида интегрирования говорят о рядах Фурье - Римана, Фурье - Лебега и т. п.[1]

Существует множество систем ортогональных многочленов и других ортогональных функций (например, функции Хаара, Уолша и Котельникова), по которым может быть произведено разложение функции в ряд Фурье.

Разложение функции в ряд Фурье является мощным инструментом при решении самых разных задач благодаря тому, что ряд Фурье прозрачным образом ведёт себя при дифференцировании, интегрировании, сдвиге функции по аргументу и свёртке функций.

Тема 9. Лекция 9. Уравнение Лапласа. Решение задачи Дирихле для круга и шара.

Уравнение Лапласа относится к эллиптическому типу. Его решения являются гармоническими функциями, которые являются вещественными функциями, определенными и дважды непрерывно дифференцируемыми на евклидовом пространстве. Гармоническая функция удовлетворяет уравнению Лапласа. Например, гармонической функцией является электростатический потенциал в точках, где отсутствует заряд.

Тема 10. Лекция 10. Векторное пространство n измерений. Множества в n -мерном пространстве. Открытые и замкнутые множества. Гиперплоскость. Выпуклые множества. Выпуклый многогранник (полиэдр).

Векторное (или линейное) пространство - математическая структура, представляющая собой набор элементов, называемых векторами, для которых определены операции сложения друг с другом и умножения на число - скаляр. Эти операции подчинены восьми аксиомам. Скаляры могут быть элементами вещественного, комплексного или любого другого поля чисел. Частным случаем подобного пространства является обычное трёхмерное евклидово пространство, векторы которого используются, к примеру, для представления физических сил. При этом вектор как элемент векторного пространства не обязательно должен быть задан в виде направленного отрезка. Обобщение понятия "вектор" до элемента векторного пространства любой природы не только не вызывает смешения терминов, но и позволяет уяснить или даже предвидеть ряд результатов, справедливых для пространств произвольной природы.

Векторные пространства являются предметом изучения линейной алгебры. Одна из главных характеристик векторного пространства - его размерность.

Тема 11. Лекция 11. Основные задачи линейного программирования. Целевая функция. Область допустимых значений.

Линейное программирование - математическая дисциплина, посвящённая теории и методам решения экстремальных задач на множествах n -мерного векторного пространства, задаваемых системами линейных уравнений и неравенств.

Линейное программирование является частным случаем выпуклого программирования, которое в свою очередь является частным случаем математического программирования.

Тема 12. Лекция 12. Геометрическая интерпретация и графическое решение задачи линейного программирования.

Графический метод решения задачи линейного программирования основан на геометрической интерпретации задачи линейного программирования и применяется в основном при решении задач двумерного пространства и только некоторых задач трёхмерного пространства, так как довольно трудно построить многогранник решений, который образуется в результате пересечения полупространств. Задачу пространства размерности больше трёх изобразить графически вообще невозможно.

Тема 13. Лекция 13. Транспортная задача. Постановка транспортной задачи по критерию стоимости в матричной форме.

Транспортная задача (задача Монжа - Канторовича) - математическая задача линейного программирования специального вида. Её можно рассматривать как задачу об оптимальном плане перевозок грузов из пунктов отправления в пункты потребления, с минимальными затратами на перевозки.

Транспортная задача по теории сложности вычислений входит в класс сложности P . Когда суммарный объём предложений (грузов, имеющихся в пунктах отправления) не равен общему объёму спроса на товары (грузы), запрашиваемые пунктами потребления, транспортная задача называется несбалансированной (открытой).

Тема 14. Лекция 14. Понятие о программировании на сетях. Алгоритм Фалкерсона. Теорема Форда-Фалкерсона.

В области компьютеризации понятие программирования сетевых задач или иначе называемого сетевого программирования (англ. network programming), довольно сильно схожего с понятиями программирование сокетов и клиент-серверное программирование, включает в себя написание компьютерных программ, взаимодействующих с другими программами посредством компьютерной сети.

Тема 15. Лекция 15. Симплекс метод.

Симплекс-метод - алгоритм решения оптимизационной задачи линейного программирования путём перебора вершин выпуклого многогранника в n -мерном пространстве.

Сущность метода: построение базисных решений, на которых монотонно убывает линейный функционал, до ситуации, когда выполняются необходимые условия локальной оптимальности.

Тема 16. Лекция 16 Понятие о динамическом программировании.

Динамическое программирование в теории управления и теории вычислительных систем - способ решения сложных задач путём разбиения их на более простые подзадачи. Он применим к задачам с оптимальной подструктурой, выглядящим как набор перекрывающихся подзадач, сложность которых чуть меньше исходной. В этом случае время вычислений, по сравнению с простыми методами, можно значительно сократить.

Ключевая идея в динамическом программировании достаточно проста. Как правило, чтобы решить поставленную задачу, требуется решить отдельные части задачи (подзадачи), после чего объединить решения подзадач в одно общее решение. Часто многие из этих подзадач одинаковы. Подход динамического программирования состоит в том, чтобы решить каждую подзадачу только один раз, сократив тем самым количество вычислений. Это особенно полезно в случаях, когда число повторяющихся подзадач экспоненциально велико.

Тема 17. Лекция 17. Дискретное программирование.

В противоположность задачам оптимизации с непрерывными переменными, переменные в задачах дискретного программирования принимают только дискретные значения, например, целочисленные.

Задачи комбинаторной оптимизации можно решить с помощью методов дискретного программирования. Одними из основных методов решения задач дискретного программирования являются метод отсечения, метод ветвей и границ и динамическое программирование.

Тема 18. Лекция 18. Стохастическое программирование.

Стохастическое программирование - подход в математическом программировании, позволяющий учитывать неопределённость в оптимизационных моделях.

В то время как детерминированные задачи оптимизации формулируются с использованием заданных параметров, реальные прикладные задачи обычно содержат некоторые неизвестные параметры. Когда параметры известны только в пределах определенных границ, один подход к решению таких проблем называется робастной оптимизацией. Этот подход состоит в том, чтобы найти решение, которое является допустимым для всех таких данных и в некотором смысле оптимально.

Тема 19. Лекция 19. Функции нормального, биномиального и пуассоновского распределений. Плотность вероятности.

Биномиальный закон распределения описывает вероятность наступления события A m раз в n независимых испытаниях, при условии, что вероятность p наступления события A в каждом испытании постоянна. Среди законов распределения непрерывных случайных величин наиболее распространенным является нормальный закон распределения (распределение Гаусса).

Тема 20. Лекция 20. Функция надежности. Плотность нормированного и центрированного нормального распределения. Интеграл вероятностей. Эмпирическая функция распределения выборки СВ. Выборочная средняя, её математическое ожидание и дисперсия.

В отличие от эмпирической функции распределения выборки функцию распределения генеральной совокупности называют теоретической функцией распределения. Различие между эмпирической и теоретической функциями состоит в том, что теоретическая функция определяет вероятность события, а эмпирическая функция определяет относительную частоту этого же события.

Тема 21. Лекция 21. Генеральная и выборочная дисперсия. Точечная оценка параметра. Несмещенные и смещенные оценки. Доверительный интервал точечной оценки. Доверительный интервал нормального распределения.

Выборочный метод является основным при изучении статистических совокупностей. Основные требования, предъявляемые к любой выборке, сводится к получению наиболее полной информации о состоянии генеральной совокупности, из которой выборка взята. Опыт показал, что правильно отобранная выборка довольно хорошо отражает структуру генеральной совокупности. Однако полного совпадения выборочных показателей с характеристиками генеральной совокупности как правило не бывает. Чтобы выборка наиболее полно отражала структуру генеральной совокупности, она должна быть достаточно представительной, или репрезентативной (от латинского *represento* - представляю). Репрезентативность выборки достигается способом рандомизации (от английского *random* - случай) или случайным отбором вариант из генеральной совокупности, что обеспечивает равную возможность для всех членов генеральной совокупности попасть в состав выборки. Пусть $\hat{\mu}^*$ есть статистическая оценка неизвестного параметра μ теоретического распределения. Допустим, что по выборке объема n найдена оценка $\hat{\mu}_1^*$. Повторим опыт, т.е. извлечем из генеральной совокупности другую выборку того объема и по ее данным найдем оценку $\hat{\mu}_2^*$. Повторяя опыты многократно, получим числа $\hat{\mu}_1^*$, $\hat{\mu}_2^*$, ..., $\hat{\mu}_k^*$, которые вообще говоря будут различными между собой. Т.о., оценку $\hat{\mu}^*$ можно оценивать как случайную величину, а числа $\hat{\mu}_1^*$, $\hat{\mu}_2^*$, ..., $\hat{\mu}_k^*$ - как ее возможные значения.

Представим себе, что оценка $\hat{\mu}^*$ дает приближенное значение μ с избытком, тогда найденные значения $\hat{\mu}_i^*$ ($i=1 \dots k$) будут больше истинного значения μ . Ясно, что в этом случае и математическое ожидание (среднее значение) случайной величины $\hat{\mu}^*$ будет больше, чем μ ($M(\hat{\mu}^*) > \mu$). Аналогично, если $\hat{\mu}^*$ дает оценку с недостатком, то $M(\hat{\mu}^*) < \mu$.

Т.о., использование статистической оценки, математическое ожидание которой не равно оцениваемому параметру, привело бы к систематическим (одного знака) ошибкам. Соблюдение требования $M(\hat{\mu}^*) = \mu$ гарантирует от систематических ошибок.

Тема 22. Лекция 22. Статистическая гипотеза. Примеры выдвижения гипотез, исходя из общего вида гистограмм. Критерий согласия Пирсона для проверки статистических гипотез.

Проверка статистических гипотез является содержанием одного из обширных классов задач математической статистики. Статистическая гипотеза - предположение о виде распределения и свойствах случайной величины, которое можно подтвердить или опровергнуть применением статистических методов к данным выборки.

Тема 23. Лекция 23. Нормированные пространства. Метрические и банаховы пространства. Гильбертово пространство.

Для любого полунормированного векторного пространства возможно задать расстояние между двумя векторами и такое полунормированное пространство с определённым таким образом расстоянием называется полунормированным метрическим пространством, в котором мы можем определить такие понятия как непрерывность и сходимости. Более абстрактно, любое полунормированное векторное пространство является топологическим векторным пространством и, таким образом, несёт топологическую структуру, порождённую полунормой.

Особый интерес представляют полные нормированные пространства, называемые банаховыми пространствами. Любое нормированное векторное пространство находится как плотное подпространство внутри банахова пространства и называется пополнением пространства.

Тема 24. Лекция 24. Системы окрестностей. Топология. Топологические пространства.

В отличие от геометрии, в топологии не рассматриваются метрические свойства объектов (например, расстояние между парой точек). Например, с точки зрения топологии кружка и бублик (полноторий) неотличимы.

Весьма важными для топологии являются понятия гомеоморфизма и гомотопии (упрощённо: это типы деформации, происходящие без разрывов и склеиваний).

Тема 25. Лекция 25. Понятие алгебры. Алгебра линейных операторов.

Если векторные пространства V и W являются линейными топологическими пространствами, то есть на них определены топологии, относительно которых операции этих пространств непрерывны, то можно определить понятие ограниченного оператора: линейный оператор называется ограниченным, если он переводит ограниченные множества в ограниченные (в частности, все непрерывные операторы ограничены).

Тема 26. Лекция 26. Полилинейные функции. Сопряженное пространство. Полилинейные отображения. Полилинейные функции и тензоры. Тензоры в евклидовых пространствах. Понятие о тензорном анализе.

Функцию L от p векторов и q ковекторов называют полилинейной формой (функцией), если она линейна по каждому отдельно взятому аргументу. Пару чисел (p, q) называют типом полилинейной формы. Например, простейшие полилинейные формы - это линейные функции, зависящие от одного аргумента. Линейные функции на линейном пространстве представляют собой ковекторы, т.е. элементы сопряженного пространства f^* . Линейные функции на f^* отождествляются с векторами. Таким образом, полилинейная форма типа $(1, 0)$ - это ковектор, а полилинейная форма типа $(0, 1)$ - это вектор.

Тема 27. Лекция 27. Тензорные алгебры. Понятие многообразия. Роль многообразий в системном анализе. Функции на многообразиях. Понятие форм. Дифференцирование и интегрирование на многообразиях.

Обычно рассматриваются так называемые гладкие многообразия, то есть те, на которых есть выделенный класс гладких функций - в таких многообразиях можно говорить о касательных векторах и касательных пространствах. Для того чтобы измерять длины кривых и углы, нужна ещё дополнительная структура - риманова метрика.

В классической механике основным многообразием является фазовое пространство. В общей теории относительности четырёхмерное псевдориманово многообразие используется как модель для пространства-времени.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Интернет-портал образовательных ресурсов по ИТ - <http://www.intuit.ru>

Официальный сайт Any Logic - <http://www.any-logic.com>

Электронный учебник по курсу - <http://kek.ksu.ru/EOS>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Лекционные занятия посвящены изучению математических методов, основанных на концепциях непрерывности и дискретности. Эти методы широко используются на практике при моделировании и анализе систем. Приобретенные знания параллельно применяются на лабораторных и практических занятиях. На лекциях основное внимание уделяется теоретическим знаниям по различным областям математики, включая и сравнительно новые разделы. Данные теоретические знания призваны выработать соответствующих навыков работы используя методы изучаемых разделов математики. Также не второстепенное внимание уделяется и упрощенным задачам, решаемых аналитически.
лабораторные работы	Лабораторные работы проводятся в целях знакомства с теоретическими основами теории систем и системного анализа, а также с целью формирования практических навыков работы в двух популярных пакетах имитационного моделирования (для практико-ориентированного исследования систем) - GPSS и Any Logic. Лабораторные работы проводятся в форме совместного решения задач, которые призваны дать студенту представление об особенностях построения и проведения экспериментов по имитационным моделям разных видов. Студенту рекомендуется активно участвовать в обсуждениях, предлагать собственные варианты решения тех или иных задач и вопросов, возникающих в ходе разработки модели.
самостоятельная работа	Самостоятельная работа заключается в подготовке кратких конспектов и карт знаний по изученному теоретическому материалу, а также в выполнении экспериментов и модификаций тех примеров моделей, которые разбираются в рамках лабораторных работ. Плановая самостоятельная работа будет способствовать систематизации полученных знаний и навыков.
экзамен	По дисциплине предусмотрен экзамен, который также тщательной работы с конспектом, основной и дополнительной литературой. Рекомендуется по каждому вопросу программы составить небольшое эссе, чтобы четко и систематизировано представить задачу, акцентировать внимание на ее свойствах и основных методиках их решений. Также следует повторно решить большинство типовых задач, так как они могут быть использованы в качестве дополнительных вопросов в случае спорных оценок. При подготовке к экзамену студенту рекомендуется использовать все отведенное время, равномерно распределяя изучение материала, составляя план своей работы.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Компьютерный класс.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 09.03.03 "Прикладная информатика" и профилю подготовки "Прикладная информатика".

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 09.03.03 - Прикладная информатика

Профиль подготовки: Прикладная информатика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2021

Основная литература:

1. Волкова, В.Н. Системный анализ информационных комплексов: Учебное пособие / В.Н. Волкова. - СПб.: Лань, 2016. - 336 с.
2. Волкова, В.Н. Теория систем и системный анализ: Учебник для академического бакалавриата / В.Н. Волкова, А.А. Денисов. - Люберцы: Юрайт, 2016. - 462 с.
3. Антонов, А.В. Системный анализ / А.В. Антонов. - М.: Высшая школа, 2008. - 454 с.
4. Гилбарг Д., Трудингер Н. Эллиптические дифференциальные уравнения с частными производными второго порядка. М.: Наука, 1989.
5. Михайлов В.П. Дифференциальные уравнения в частных производных. М.: Наука, 1983.
6. Пантелеев А. В. Методы оптимизации в примерах и задачах: Учебное пособие /А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. - М.: Высшая Школа, 2005.
7. Федоров В. М. Курс функционального анализа. Лань, 2005. 352 стр.
8. Пирковский А. Ю. Спектральная теория и функциональные исчисления для линейных операторов. М.: МЦНМО, 2010.
9. Зорич В.А. Математический анализ, ч. I,II. М.: МЦНМО, 2019.

Дополнительная литература:

1. Хелемский А. Я. Лекции по функциональному анализу. М.: МЦНМО, 2004.
2. Вдовин, В.М. Теория систем и системный анализ: Учебник для бакалавров / В.М. Вдовин, Л.Е. Суркова и др. - М.: Дашков и К, 2016. - 644 с.
3. 9. Рудин У. Функциональный анализ. М.: Мир, 1975.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.01 Теория систем и системный анализ

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 09.03.03 - Прикладная информатика

Профиль подготовки: Прикладная информатика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2021

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.