

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания по проведению практических занятий

по дисциплине

*Б1.В.ДВ.1.1 Современные технологии математического моделирования и
вычислительного эксперимента*

Код и направление
подготовки

09.06.01 – Информатика
и вычислительная техника

Наименование профиля /
программы подготовки научно-
педагогических кадров в
аспирантуре

Математическое моделирование,
численные методы
и комплексы программ

Квалификация
(степень) выпускника

*Исследователь. Преподаватель
исследователь*

Краснодар 2015

СОДЕРЖАНИЕ

Тема № 1	5
Тема № 2	6
Тема № 3	7
Тема № 4	10
Тема № 5	11
Тема № 6	12
Тематика рефератов	13
Вопросы, выносимые на зачет	15
Рекомендуемая литература.....	17

Введение

Цель дисциплины «Современные технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента» — изучение и освоение теоретических и методологических положений математического моделирования и численных методов, их анализ, исследование, оптимизация имеющихся и разработка новых, а также формирование программных комплексов с их использованием.

Виды и задачи профессиональной деятельности по дисциплине:

а) научно-исследовательская деятельность в области:

разработки новых математических методов и средств поддержки интеллектуальной обработки данных;

разработки информационных и автоматизированных систем проектирования и управления в приложении к различным предметным областям;

разработки методов обработки и накопления информации, алгоритмов, программ, человеко-машинных интерфейсов;

б) преподавательская деятельность по образовательным программам высшего образования.

Данная дисциплина является вариативной частью ОП.

Для успешного освоения дисциплины необходимы знания по следующим дисциплинам и разделам ОП:

– Основы научно-исследовательской деятельности.

Знания, умения и приобретенные компетенции будут использованы при подготовке к кандидатскому экзамену по специальности и при написании и защите выпускной квалификационной работы.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

а) Универсальные (УК):

– способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);

– способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);

– готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);

– способностью следовать этическим нормам в профессиональной деятельности (УК-5);

– способностью планировать и решать задачи профессионального и личностного развития (УК-6);

б) Общепрофессиональные (ОПК):

– способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);

– готовностью организовать работу исследовательского коллектива в научной отрасли, соответствующей направлению подготовки (ОПК-2);

— способностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности (ОПК-3);

— готовностью организовать работу исследовательского коллектива в области профессиональной деятельности (ОПК-4);

— способностью объективно оценивать результаты исследований и разработок, выполненных другими специалистами и в других научных учреждениях (ОПК-5);

— способностью представлять полученные результаты научно-исследовательской деятельности на высоком уровне и с учетом соблюдения авторских прав (ОПК-6);

– — владением методами проведения патентных исследований, лицензирования и защиты авторских прав при создании инновационных продуктов в области профессиональной деятельности (ОПК-7);

в) Профессиональные компетенции (ПК):

– способен выполнять теоретический анализ и экспериментальное исследование математических моделей, численных методов и комплексов программ с целью улучшения их характеристик, а также развивать качественные и аналитические методы исследования математических моделей (ПК-1);

– способен разрабатывать новые математические методы, системы компьютерного и имитационного моделирования и интеллектуальной обработки данных (ПК-4).

В данных методических указаниях представлены темы лекционных и семинарских занятий по дисциплине «Современные технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента», основные вопросы, изучаемые в их рамках, контрольные вопросы по каждой из тем, рекомендуемые темы для написания рефератов и докладов, тематика вопросов, выносимых на зачет и списки литературы, рекомендованной к изучению.

Тема № 1

Математическое моделирование. Назначение и классификация моделей. Подходы к построению моделей.

Изучаемые вопросы:

1. Моделирование.
2. Требования, предъявляемые к моделям.
3. Виды моделирования.
4. Цели моделирования.
5. Подходы к построению моделей.
6. Детерминированный подход.
7. Эмпирические модели.
8. Типы уравнений математического описания.

Контрольные вопросы по теме:

1. Дайте общую характеристику метода моделирования систем как способа научного познания.
2. Какие требования предъявляются к модели?
3. Раскройте понятие адекватности модели.
4. Назовите виды моделирования. В чем их особенности?
5. Перечислите основные этапы моделирования.
6. На какие классы делятся модели (по своему назначению)?
7. Назовите два основных подхода к составлению математических моделей. В чем их различие?
8. Какие группы уравнений могут входить в состав математического описания при детерминированном подходе?
9. Как определяется структура математического описания при экспериментально-статистическом подходе?
10. Назовите типы уравнений математического описания.
11. В чем заключается алгоритмизация решения математического описания?

Формы контроля на семинарских занятиях:

1. Индивидуальный опрос.
2. Защита рефератов.
3. Проверка выполнения домашних заданий.

Тема № 2

Составление математических моделей экспериментально-статистическими методами.

Изучаемые вопросы:

1. Метод наименьших квадратов.
2. Получение уравнений множественной регрессии методом Брандона.
3. Использование регрессионного анализа при статистическом моделировании.
4. Параболическая и трансцендентная регрессии.
5. Корреляционный анализ.
6. Построение экспериментально-статистических моделей методами планирования эксперимента.

Контрольные вопросы по теме:

1. В чем особенность экспериментально-статистического подхода к моделированию?
2. Какие параметры технологических процессов относят к факторам, а какие к откликам? Приведите примеры.
3. Что такое корреляционное поле?
4. Что такое эмпирическая линия регрессии?
5. В чем суть МНК при определении параметров регрессионной модели?
6. Какими методами можно описать зависимость между несколькими входами и одним выходом?
7. Сформулируйте задачи регрессионного анализа.
8. Какие дисперсии вы знаете? Как они рассчитываются?
9. Что оценивается по критериям Стьюдента, Кохрена, Фишера? Как они рассчитываются?
10. Сформулируйте задачу корреляционного анализа.
11. Какие показатели оценки тесноты связи между выходом и входом Вы знаете? Как они рассчитываются?
12. В чем суть метода оптимального двухуровневого планирования?
13. Какими свойствами обладает матрица планирования?

Формы контроля на семинарских занятиях:

1. Индивидуальный опрос.
2. Защита рефератов.
3. Проверка выполнения домашних заданий.

Тема № 3

Моделирование, расчет и исследование цифровых систем управления.

Изучаемые вопросы:

1. Построение динамических объектов моделей управления с помощью разностных уравнений и дискретных передаточных функций.
2. Идентификация дискретных динамических моделей методом наименьших квадратов.
3. Дискретное динамическое описание объектов.
4. Получение уравнений цифровых регуляторов типовых законов и областей допустимых изменений их настроек.
5. Расчет показателей качества управления по динамическим характеристикам замкнутых систем.
6. Исследование чувствительности систем управления к нестационарному поведению объектов.

Контрольные вопросы по теме:

1. Какие преимущества имеют цифровые системы перед аналоговыми?
2. Как преобразовать непрерывную форму сигнала в дискретную?
3. Как осуществляется переход от непрерывных динамических моделей к дискретным?
4. Чем обусловлен выбор начальных условий для расчета переходных процессов по разностным уравнениям?
5. Провести расчет переходного процесса динамического звена по разностному уравнению (на примере моделей 1-го-3-го порядков).
6. Получить дискретные передаточные функции с помощью оператора сдвига z (на примере разностных уравнений 1-го-3-го порядков).
7. Каким методом проводится параметрическая идентификация дискретной динамической модели?
8. Как оценить адекватность модели реальному объекту по критерию Фишера?
9. Привести примеры объектов со связанными входными и выходными параметрами.
10. Какую информацию об объекте нужно иметь для получения дискретной модели объекта?
11. Как составляется дискретное динамическое описание объекта управления для каскадных, комбинированных и систем с перекрестными связями?
12. Привести примеры дискретного описания объектов со связанными параметрами (для каскадных, комбинированных и систем с перекрестными связями).
13. Как получить дискретное описание регулятора по непрерывной модели (на примере П-, И-, ПИ-, ПД-, ПИД- регуляторов)?

14. Какова взаимосвязь настроек непрерывных и цифровых регуляторов (вывод формул взаимосвязи)?

15. Вывести ограничения на настройки цифровых регуляторов для реализации типовых непрерывных законов регулирования (на примере П-, И-, ПИ-, ПД-, ПИД- регуляторов).

16. Провести расчет переходного процесса цифрового регулятора (на примере П-, И-, ПИ-, ПД-, ПИД- регуляторов)?

17. Назвать этапы синтеза одноконтурной цифровой системы регулирования.

18. Записать критерии оптимизации настроек цифровых регуляторов.

19. Как составить систему уравнений для расчета динамических характеристик в одноконтурной системе регулирования (на примере ПИ- регулятора и модели объекта 2-го порядка с запаздыванием)?

20. Как получить рекуррентные выражения для расчета частных производных (на примере ПИ- регулятора и модели объекта 2-го порядка с запаздыванием)?

21. Составить схему алгоритма оптимизации настроек цифрового регулятора методом градиента (на примере ПД- регулятора и модели объекта 1-го порядка).

22. Как выполняется оптимизация настроек цифрового регулятора по критерию минимум времени регулирования методом покоординатного спуска (на примере ПИ-, ПД- регуляторов и модели объекта 2-го порядка)?

23. Для каких объектов применяются адаптивные системы управления? Принцип работы адаптивной системы.

24. Назвать методы синтеза каскадной цифровой системы регулирования по критерию минимум интегрально-квадратичной ошибки.

25. Составить систему разностных уравнений для расчета динамических характеристик по заданию в каскадной системе (на примере ПИ- регуляторов и моделей объекта 3-го порядка с запаздыванием).

26. Составить рекуррентные выражения для расчета частных производных в каскадной системе (на примере ПИ- регуляторов и моделей объекта 1-го порядка с запаздыванием)?

27. Как используется метод свертки для расчета цифрового регулятора внешнего контура каскадной системы?

28. Назвать этапы синтеза комбинированной цифровой системы регулирования.

29. Составить систему уравнений для расчета динамических характеристик замкнутой комбинированной системы (на примере П- компенсатора, ПИ- регулятора и моделей объекта 2-го порядка с запаздыванием)?

30. Как проводится оптимизация настроек цифрового регулятора и компенсатора по критерию минимум интегрально-квадратичной ошибки в комбинированной системе?

31. Как выполняется синтез цифрового компенсатора возмущения из условия инвариантности в комбинированной системе?

32. Перечислить этапы расчета системы несвязанного регулирования объекта с двумя связанными параметрами.

33. Составить систему уравнений для расчета динамики несвязанной системы регулирования (на примере ПИ- регуляторов и моделей объекта 2-го порядка с запаздыванием).

34. Назвать этапы синтеза связанной системы регулирования.

35. Как составить систему уравнений для расчета динамических характеристик связанной системы регулирования (на примере ПИ- регуляторов и моделей объекта 2-го порядка с запаздыванием)?

36. Назвать основные способы расчета цифровых связанных систем регулирования.

37. Провести сравнительную оценку схем несвязанного и связанного регулирования. От чего зависит выбор той или иной схемы?

38. Назвать основные показатели качества регулирования. Для каких целей они определяются?

39. Как выполняется расчет показателей качества при моделировании с использованием дискретных моделей?

40. Как выполняется структурный синтез регуляторов и компенсаторов по показателям качества (в каскадной, комбинированной, несвязанной и связанной системах)?

41. Какие факторы вызывают дрейф динамических характеристик технологических объектов (приведите примеры)?

42. Для каких целей исследуется чувствительность систем регулирования к изменению параметров модели объекта?

43. Назвать основные отличия цифровых и непрерывных систем управления.

44. Пояснить формирование комплексного критерия (среднеквадратичной суммы ошибки регулирования и отклонения управляющей величины от установившегося значения) для выбора оптимального такта квантования сигналов.

45. Как скажется изменение длительности такта квантования на параметрах дискретных моделей объектов и регуляторов?

46. Как выполнить пересчет параметров дискретных моделей объектов и регуляторов при изменении такта квантования?

Формы контроля на семинарских занятиях:

1. Индивидуальный опрос.
2. Защита рефератов.
3. Проверка выполнения домашних заданий.

Тема № 4 Вычислительные эксперименты.

Изучаемые вопросы:

1. Вычислительный эксперимент в науке и технике.
2. Этапы вычислительного эксперимента.
3. Принципиальные проблемы проведение вычислительного эксперимента.
4. Проверка состоятельности этапов вычислительного эксперимента.
5. Реализация итеративного алгоритма.

Контрольные вопросы по теме:

1. Разъясните понятие вычислительного эксперимента.
2. Особенности вычислительных экспериментов.
3. Перечислите и опишите этапы вычислительного эксперимента.
4. Опишите проблемы, возникающие при проведении вычислительных экспериментов.
5. Этапы вычислительного эксперимента и их проверка на состоятельность.
6. Вычислительный алгоритм и реализация итеративного алгоритма.

Формы контроля на семинарских занятиях:

1. Индивидуальный опрос.
2. Защита рефератов.
3. Проверка выполнения домашних заданий.

Тема № 5

Численные методы оптимизации.

Изучаемые вопросы:

1. Классификация численных методов оптимизации.
2. Численные методы безусловной минимизации функций одной переменной.
3. Прямые методы.
4. Метод перебора.
5. Методы минимизации, использующие производные.
6. Безусловная минимизация функций многих переменных.

Контрольные вопросы по теме:

1. Приведите классификацию численных методов оптимизации.
2. Опишите численных методов безусловной минимизации функции одной переменной.
3. Прямые методы безусловной минимизации.
4. Метод перебора для безусловной минимизации.
5. Опишите методы минимизации функций, использующие производные.
6. Безусловная минимизация функций многих переменных: методы, описание алгоритмов.

Формы контроля на семинарских занятиях:

1. Индивидуальный опрос.
2. Защита рефератов.
3. Проверка выполнения домашних заданий.

Формы самостоятельной работы:

Тема № 6

Моделирование в условиях неопределенности.

Изучаемые вопросы:

1. Причины появления неопределенности и их виды.
2. Моделирование в условиях неопределенности описываемой с позиции нечетких множеств.
3. Моделирование в условиях стохастической неопределенности.
4. Моделирование марковских случайных процессов.

Контрольные вопросы по теме:

1. Опишите причины возникновения неопределенности при моделировании.
2. Виды неопределенности, возникающие при моделировании.
3. Опишите способы моделирования в условиях стохастической неопределенности.
4. Опишите методы моделирования марковских случайных процессов.

Формы контроля на семинарских занятиях:

1. Индивидуальный опрос.
2. Защита рефератов.
3. Проверка выполнения домашних заданий.

Тематика рефератов

1. Аппроксимация, устойчивость, сходимость. Теорема о связи аппроксимации, устойчивости, сходимости.
2. Простейшие численные методы решения задачи Коши для ОДУ.
3. Явный метод Эйлера. Неявный метод Эйлера. Метод с центральной точкой. Метод трапеций. Метод Эйлера с пересчетом. Оценки порядка аппроксимации методов.
4. Разностные схемы. Явная и неявная схемы для решения уравнения теплопроводности. Шеститочечная параметрическая схема
5. Спектральный признак устойчивости разностных схем. Условие Куранта. Исследование на устойчивость разностной схемы для уравнения теплопроводности.
6. Назначение, состав и свойства имитационной модели.
7. Роль структурного анализа в имитационном моделировании. Принцип системного подхода в моделировании. Синтез модели системным методом.
8. Использование метода Монте-Карло в имитационном моделировании.
9. Использование равномерного, нормального, экспоненциального распределений функции плотности вероятности для решения задач имитационного моделирования.
10. Дискретное имитационное моделирование.
11. Применение сетевых моделей в системах массового обслуживания.
12. Моделирование дискретно-стохастических систем. Использование аппарата марковских цепей для расчета Р-схем.
13. Непрерывно-стохастические модели. Понятие систем массового обслуживания. Виды моделей СМО. Поток событий, классификация СМО по характеру потока.
14. Многоканальное и многофазное обслуживание. Использование теории цепей Маркова для моделирования Q-схем.
15. Имитационная модель многоканального узла обслуживания.
16. Обслуживание в многофазной имитационной модели. Отказы.
17. Понятие системного времени. Методы имитационного моделирования «дельта-z» и «дельта-t». Построение и реализация моделирующих алгоритмов Q-схем.
18. Событийно-ориентированная модель имитации обслуживания клиентов.
19. Планирование имитационного компьютерного эксперимента.
20. Факторный эксперимент. План факторного эксперимента.
21. Использование геоинформационных систем в имитационном моделировании.
22. Использование методов теории информации в имитационном моделировании.
23. Имитационная модель обслуживания клиента в банке.
24. Принятие решений по результатам моделирования при проектировании и эксплуатации систем.

25. Моделирование при разработке обеспечивающих подсистем систем управления.

26. Моделирование при разработке функциональных подсистем систем управления.

27. Моделирование систем при управлении в реальном масштабе времени.

28. Математическая модель и ее основные элементы. Экзогенные и эндогенные переменные.

29. Задача линейного программирования. Формы записи задачи линейного программирования, их эквивалентность. Геометрическая интерпретация задачи линейного программирования.

30. Графическое решение задачи линейного программирования (случай двух и многих переменных).

31. Свойства канонической задачи линейного программирования.

32. Симплексный метод: его сущность, построение начального опорного плана, признак оптимальности опорного плана. Симплексные преобразования.

33. Понятие двойственности. Построение двойственных задач и их свойства. Несимметричные двойственные задачи.

34. Основное неравенство теории двойственности. Критерий оптимальности Канторовича. Двойственный симплекс- метод.

35. Постановка и математическая модель транспортной задачи. Закрытая и открытая модели транспортной задачи. Построение исходного опорного плана транспортной задачи.

Вопросы, выносимые на зачет

1. Моделирование. Требования, предъявляемые к моделям.
2. Виды моделирования. Цели моделирования.
3. Подходы к построению моделей. Детерминированный подход.
4. Эмпирические модели. Типы уравнений математического описания.
5. Метод наименьших квадратов.
6. Получение уравнений множественной регрессии методом Брандона.
7. Использование регрессионного анализа при статистическом моделировании.
8. Параболическая и трансцендентная регрессии.
9. Корреляционный анализ.
10. Построение экспериментально-статистических моделей методами планирования эксперимента.
11. Построение динамических объектов моделей управления с помощью разностных уравнений и дискретных передаточных функций.
12. Идентификация дискретных динамических моделей методом наименьших квадратов.
13. Дискретное динамическое описание объектов.
14. Получение уравнений цифровых регуляторов типовых законов и областей допустимых изменений их настроек.
15. Расчет показателей качества управления по динамическим характеристикам замкнутых систем.
16. Исследование чувствительности систем управления к нестационарному поведению объектов.
17. Вычислительный эксперимент в науке и технике. Этапы вычислительного эксперимента.
18. Принципиальные проблемы проведение вычислительного эксперимента.
19. Проверка состоятельности этапов вычислительного эксперимента. Реализация итеративного алгоритма.
20. Классификация численных методов оптимизации.
21. Численные методы безусловной минимизации функций одной переменной.
22. Прямые методы. Метод перебора.
23. Методы минимизации, использующие производные. Безусловная минимизация функций многих переменных.
24. Причины появления неопределенности и их виды.

25. Моделирование в условиях неопределенности описываемой с позиции нечетких множеств.
26. Моделирование в условиях стохастической неопределенности.
27. Моделирование марковских случайных процессов.

Рекомендуемая литература

1. Введение в математическое моделирование: учебное пособие. / Под. ред. П.В. Трусова. – М: Логос, 2014. – 440 с.
2. Карманов В.Г. Математическое программирование: учебное пособие. – М.: Физматлит, 2011. – 264 с.
3. Козин Р.Г. Математическое моделирование: учебное пособие.- М.: МИФИ, 2008. – 89 с.
4. Кудряшов В.С., Алексеев М.В. Моделирование систем: учебное пособие. – Воронеж: ВГУИТ, 2012. – 208 с.
5. Кундышева Е.С. Экономико-математическое моделирование: учебник. / Под ред. Б.А. Суслакова. – М.: Дашков и К, 2012. – 419 с.
6. Лебедев В.И. Функциональный анализ и вычислительная математика: учебное пособие. – М.: Физматлит, 2014. – 294 с.
7. Подчукаев В.А. Теория автоматического управления (аналитические методы): учебник. – М.: Физматлит, 2011. – 392 с.
8. Снетков Н.Н. Имитационное моделирование экономических процессов: учебно-практическое пособие. – М.: Изд. Цент ЕАОИ, 2008. – 228 с.
9. Турчак Л.В., Плотников П.В. Основы численных методов. – М.: Физматлит, 2014. – 304 с.
10. Формалев В.Ф., Ревизников Д.Л. Численные методы: учебное пособие. – М.: Физматлит, 2014. – 399 с.
11. Черный А.А. Теория и практика эффективного математического моделирования: учебное пособие. – Пенза: ПГУ, 2010. – 419 с.