15.04.04.01.Б1.В-2020-РП

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева»

УТВЕРЖДАЮ
Директор
_____ И.П. Попов
«____»_____ 20__ г.

Фонд оценочных средств дисциплины

Современная теория управления

Направление подготовки 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств
Направленность (профиль) Компьютерно-интегрированные производственные системы

Присваиваемая квалификация
"Магистр"

Формы обучения
очная

1 Паспорт фонда оценочных средств

№	Наименование разделов дисциплины	Содержание (темы) раздела	Код компетенции	Знания, умения, навыки, необходимые для формирования соответствующей компетенции	Форма текущего контроля знаний, умений, навыков, необходимых для формирования соответствующей компетенции

1	Структурные модели систем управления. Графовые модели и их связь с блочными структурными моделями Модели в терминах пространства состояний. Взаимные преобразования моделей «вход-выход» и «вход-состояние-выход	Блочные структурные схемы. Виды подходов для реализации структурных схем. Графовые модели и их связь с блочными структурными моделями. Сигнальный граф (граф Мэйсона). Формула Мэйсона: определение каналов графа и замкнутых контуров; определитель и вырожденные определители графа. Процедуры выбора переменных состояния. Формирование векторно-матричной модели (ВММ): 1) по развернутой структурной схеме; 2) по общесистемной передаточной функции (ПФ). Определение ПФ: 1) по матрицам ВММ (то есть по определенной структурной схеме – СС); 2) по аналитической записи ВММ в многомерном виде. Управляемая каноническая форма Фробениуса-Калмана. Метод перехода от ВММ, записанной в форме Фробениуса, к соответствующей ПФ. Фазовое пространство: реальные и виртуальные переменные состояния (ПС); получение реальных физических ПС из виртуальных путем введения дифференциальных звеньев в СС.	ПК-16 ПК-21	Знать: - операционные исчисления Лапласа и Фурье, применяемые для изучения непрерывных и дискретных систем управления; - аппарат теории передаточных функций систем управления и математические методы, используемые при анализе и синтезе многомерных систем управления в пространстве состояний; - современные основы анализа и синтеза систем модального и оптимального управления технологическими и производственными структурами, используемых в пищевой и химической промышленности, на теплоэнергетических предприятиях – в формате метода пространства состояний (МПС). Уметь: - обоснованно выбирать методы управления техническими и технологическими объектами; - применять знания в области анализа функционирования технологических и производственных систем в пространстве состояний с целью идентификации текущих параметров и режимов работы технологического оборудования; - выполнять расчеты эквивалентных моделей систем управления, сформированных в классическом виде и в терминах пространства состояний; - выполнять синтез перспективных систем управления технологическими процессами методом пространства состояний. Владеть: - способами формирования математических моделей систем управления в виде структурных схем, уравнений динамики в виде оригиналов и изображений по Лапласу, в терминах метода пространства состояний; - пакетами современных прикладных программ с универсальным математическим и инструментальным обеспечением для выполнения анализа и синтеза моделей систем управления, заданных в классической и в векторно-матричной формах; - современными методами анализа и синтеза производственных и технологических систем автоматизированного управления, систем модального и оптимального управления; - способностью вербальными и формализованными средствами формировать структуры для описания изучаемых технологических и производственных систем в терминах пространства состояний	защита практической 1

2	2 Матричные операции, связанные с преобразованием матриц. Алгоритмические скалярные и векторные схемы реализации уравнений состояния и выхода системы (или то же для объекта управления). Анализ основных свойств линейных систем управления: устойчивости, инвариантности, чувствительности, управляемости	Разновидности матриц (единичная, прямоугольная, квадратная, обратная, транспонированная, присоединенная, или союзная) и векторы; их размерности. Операции с матрицами в рамках ВММ многомерной системы MIMO («многомерный входмногомерный выход»: сложение, умножение, транспонирование, получение обратной матрицы, определение ранга матрицы. Алгоритмические скалярная и векторная схемы реализации уравнений состояния SISO / MISO / SIMO / MIMO-системы и выхода (или то же – для объекта управления). Оценка устойчивости, инвариантности и чувствительности. Управляемость системы автоматического управления (САУ): критерий управляемости Калмана; матрица управляемости; ранг матрицы управляемости; неполная управляемость – так называемая «висячая часть на входе». Наблюдаемость САУ: критерий наблюдаемости Калмана; матрица наблюдаемости; ранг матрицы наблюдаемости; неполная наблюдаемость – так называемая «висячая часть на выходе	ПК-16 ПК-21	Знать: - операционные исчисления Лапласа и Фурье, применяемые для изучения непрерывных и дискретных систем управления; - аппарат теории передаточных функций систем управления и математические методы, используемые при анализе и синтезе многомерных систем управления в пространстве состояний; - современные основы анализа и синтеза систем модального и оптимального управления технологическими и производственными структурами, используемых в пищевой и химической промышленности, на теплоэнергетических предприятиях – в формате метода пространства состояний (МПС). Уметь: - обоснованно выбирать методы управления техническими и технологическими объектами; - применять знания в области анализа функционирования технологических и производственных систем в пространстве состояний с целью идентификации текущих параметров и режимов работы технологического оборудования; - выполнять расчеты эквивалентных моделей систем управления, сформированных в классическом виде и в терминах пространства состояний; - выполнять синтез перспективных систем управления технологическими процессами методом пространства состояний. Владеть: - способами формирования математических моделей систем управления в виде структурных схем, уравнений динамики в виде оригиналов и изображений по Лапласу, в терминах метода пространства состояний; - пакетами современных прикладных программ с универсальным математическим и инструментальным обеспечением для выполнения анализа и синтеза моделей систем управления, заданных в классической и в векторно-матричной формах; - современными методами анализа и синтеза производственных и технологических систем автоматизированного управления, систем модального и оптимального управления; - способностью вербальными и формализованными средствами формировать структуры для описания изучаемых технологических и производственных систем в терминах пространст	защита практической 2

3	Модальное управление, обратные связи по состоянию системы Идентификация состояния системы. Наблюдатели полного и пониженного порядка (последние – наблюдатели Луенбергера). Оптимальные системы	Применение формулы Аккермана для систем модального управления. Определение матрицы коэффициентов передачи векторноскалярного усилителя в канале обратных связей по состоянию (по матрице управляемости). Полиномы Баттерворта, Чебышева, Ньютона, биномиальное распределение и др. – их использование при формировании определенного – желаемого – размещения полюсов на комплексной плоскости для замкнутой САУ. Состояние системы как вектор переменных состояния и его идентификация с помощью наблюдателей полного и пониженного порядков. Формула Аккермана: использование матрицы наблюдаемости при определении (расчете) матрицы ошибки (невязки) векторов выходов объекта управления (ОУ) и наблюдателя. Оптимальные системы управления. Квадратичные формы. Критерий оптимальности. Оптимальный закон управления.	ПК-16 1.ПК-21	Знать: - операционные исчисления Лапласа и Фурье, применяемые для изучения непрерывных и дискретных систем управления; - аппарат теории передаточных функций систем управления и математические методы, используемые при анализе и синтезе многомерных систем управления в пространстве состояний; - современные основы анализа и синтеза систем модального и оптимального управления технологическими и производственными структурами, используемых в пищевой и химической промышленности, на теплоэнергетических предприятиях – в формате метода пространства состояний (МПС). Уметь: - обоснованно выбирать методы управления техническими и технологическими объектами; - применять знания в области анализа функционирования технологических и производственных систем в пространстве состояний с целью идентификации текущих параметров и режимов работы технологического оборудования; - выполнять расчеты эквивалентных моделей систем управления, сформированных в классическом виде и в терминах пространства состояний; - выполнять синтез перспективных систем управления технологическими процессами методом пространства состояний. Владеть: - способами формирования математических моделей систем управления в виде структурных схем, уравнений динамики в виде оригиналов и изображений по Лапласу, в терминах метода пространства состояний; - пакетами современных прикладных программ с универсальным математическим и инструментальным обеспечением для выполнения анализа и синтеза моделей систем управления, заданных в классической и в векторно-матричной формах; - современными методами анализа и синтеза производственных и технологических систем автоматизированного управления, систем модального и оптимального управления; - способностью вербальными и формализованными средствами формировать структуры для описания изучаемых технологических и производственных систем в терминах пространства состояний	защита практической 3

4	Статистическая динамика систем управления.	Статические и динамические характеристики стохастических сигналов (оценки математического ожидания и дисперсии; автокорреляционная функция и спектральная плотность стохастических сигналов). Стохастические процессы в линейных сист	ПК-16 ПК-21	Знать: - операционные исчисления Лапласа и Фурье, применяемые для изучения непрерывных и дискретных систем управления; - аппарат теории передаточных функций систем управления и математические методы, используемые при анализе и синтезе многомерных систем управления в пространстве состояний; - современные основы анализа и синтеза систем модального и оптимального управления технологическими и производственными структурами, используемых в пищевой и химической промышленности, на теплоэнергетических предприятиях – в формате метода пространства состояний (МПС). Уметь: - обоснованно выбирать методы управления техническими и технологическими объектами; - применять знания в области анализа функционирования технологических и производственных систем в пространстве состояний с целью идентификации текущих параметров и режимов работы технологического оборудования; - выполнять расчеты эквивалентных моделей систем управления, сформированных в классическом виде и в терминах пространства состояний; - выполнять синтез перспективных систем управления технологическими процессами методом пространства состояний. Владеть: - способами формирования математических моделей систем управления в виде структурных схем, уравнений динамики в виде оригиналов и изображений по Лапласу, в терминах метода пространства состояний; - пакетами современных прикладных программ с универсальным математическим и инструментальным обеспечением для выполнения анализа и синтеза моделей систем управления, заданных в классической и в векторно-матричной формах; - современными методами анализа и синтеза производственных и технологических систем автоматизированного управления, систем модального и оптимального управления; - способностью вербальными и формализованными средствами формировать структуры для описания изучаемых технологических и производственных систем в терминах пространства состояний.	защита практической 4

2. Типовые контрольные задания или иные материалы

2.1.Оценочные средства при текущем контроле

Вопросы для защиты практических работ.

Практическая работа № 1

Блочные структурные схемы. Виды подходов для реализации структурных схем. Графовые модели и их связь с блочными структурными моделями. Сигнальный граф (граф Мэйсона). Формула Мэйсона: определение каналов графа и замкнутых контуров; определитель и вырожденные определители графа. Процедуры выбора переменных состояния. Формирование векторно-матричной модели (ВММ): 1) по развернутой структурной схеме; 2) по общесистемной передаточной функции (ПФ). Определение ПФ: 1) по матрицам ВММ (то есть по определенной структурной схеме – СС); 2) по аналитической записи ВММ в многомерном виде. Управляемая каноническая форма Фробениуса-Калмана. Метод перехода от ВММ, записанной в форме Фробениуса, к соответствующей ПФ. Фазовое пространство: реальные и виртуальные переменные состояния (ПС); получение реальных физических ПС из виртуальных путем введения дифференциальных звеньев в СС.

Практическая работа № 2

Разновидности матриц (единичная, прямоугольная, квадратная, обратная, транспонированная, присоединенная, или союзная) и векторы; их размерности. Операции с матрицами в рамках ВММ многомерной системы MIMO («многомерный входмногомерный выход»: сложение, умножение, транспонирование, получение обратной матрицы, определение ранга матрицы. Алгоритмические скалярная и векторная схемы реализации уравнений состояния SISO/MISO/SIMO/MIMO-системы и выхода (или то же – для объекта управления).

Практическая работа № 3

Применение формулы Аккермана для систем модального управления. Определение матрицы коэффициентов передачи векторно-скалярного усилителя в канале обратных связей по состоянию (по матрице управляемости). Полиномы Баттерворта, Чебышева, Ньютона, биномиальное распределение и др. – их использование при формировании определенного – желаемого – размещения полюсов на комплексной плоскости для замкнутой САУ. Состояние системы как вектор переменных состояния и его идентификация с помощью наблюдателей полного и пониженного порядков. Формула Аккермана: использование матрицы наблюдаемости при определении (расчете) матрицы ошибки (невязки) векторов выходов объекта управления (ОУ) и наблюдателя. Оптимальные системы управления. Квадратичные формы. Критерий оптимальности. Оптимальный закон управления.

Практическая работа № 4

Статические и динамические характеристики стохастических сигналов (оценки математического ожидания и дисперсии; автокорреляционная функция и спектральная плотность стохастических сигналов).

2.2 Оценочные средства при промежуточной аттестации

Вопросы к зачету

1. Блочные структурные схемы. Виды подходов для реализации структурных схем.

2. Графовые модели и их связь с блочными структурными моделями. Сигнальный граф (граф Мэйсона).

3. Формула Мэйсона: определение каналов и замкнутых контуровграфа; определитель и вырожденные определители графа.

4. Процедуры выбора переменных состояния.

5. Формирование векторно-матричной модели (ВММ): 1) по развернутой структурной схеме; 2) по 1568750997 11 общесистемной передаточной функции (ПФ).

6. Определение ПФ: 1) по матрицам ВММ (по определенной структурной схеме – СС); 2) по аналитической записи ВММ в многомерном виде.

7. Управляемая каноническая форма Фробениуса-Калмана. Метод перехода от ВММ, записанной в форме Фробениуса, к соответствующей ПФ.

8. Фазовое пространство: реальные и виртуальные переменные состояния (ПС); получение реальных физических ПС из виртуальных путем введения дифференциальных звеньев в СС.

9. Разновидности матриц (единичная, прямоугольная, квадратная, обратная, транспонированная, присоединенная, или союзная) и векторы; их размерности.

10. Операции с матрицами в рамках ВММ многомерной системы MIMO («многомерный вход-многомерный выход»: сложение, умножение, транспонирование, получение обратной матрицы, определение ранга матрицы.

11. Алгоритмические скалярная и векторная схемы реализации уравнений состояния SISO/MISO/SIMO/MIMO-системы и выхода (или то же – для объекта управления).

12. Оценка устойчивости, инвариантности и чувствительности.

13. Управляемость системы автоматического управления (САУ): критерий управляемости Калмана; матрица управляемости; ранг матрицы управляемости; неполная управляемость – так называемая «висячая часть на входе».

14. Наблюдаемость САУ: критерий наблюдаемости Калмана; матрица наблюдаемости; ранг матрицы наблюдаемости; неполная наблюдаемость – так называемая «висячая часть на выходе».

15. Применение формулы Аккермана для систем модального управления. Определение матрицы коэффициентов передачи векторно-скалярного усилителя в канале обратных связей по состоянию (по матрице управляемости).

16. Полиномы Баттерворта, Чебышева, Ньютона, биномиальное распределение и др. – их использование при формировании определенного – желаемого – размещения полюсов на комплексной плоскости для замкнутой САУ.

17. Состояние системы как вектор переменных состояния и его идентификация с помощью наблюдателей полного и пониженного порядков.

18. Пример синтеза наблюдателя полного порядка для стационарного объекта (n = 2).

19. Пример синтеза наблюдателя Луенбергера (редуцированного наблюдателя) для стационарного объекта (n = 2).

20. Формула Аккермана: использование матрицы наблюдаемости при определении (расчете) матрицы ошибки (невязки) векторов выходов объекта управления и наблюдателя.

21. Оптимальные системы управления в пространстве состояний.

22. Функции Ляпунова и квадратичные формы в оптимальных системах управления.

23. Синтез оптимальных систем управления. Уравнения Риккати для стационарных и нестационарных систем.

24. Синтез оптимального стационарного линейного регулятора состояния.

25. Синтез оптимального стационарного линейного регулятора выхода.

26. Примеры синтеза оптимальной системы управления с полной обратной связью по состоянию.

27. Синтез оптимальной системы с учетом затрат энергии на управление.

28. Статические и динамические характеристики стохастических сигналов (оценки математического ожидания и дисперсии; автокорреляционная функция и спектральная плотность стохастических сигналов).

29. Стохастические процессы в линейных системах управления.

2.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Критерии оценки для защиты практической работы. Практическая работа зачтена студенту, если из представленных вопросов дан правильный ответ на 50% от объема вопросов. Практическая работа не зачтена, если дано менее 50% правильных ответов.

Критерии оценки на зачете. До промежуточной аттестации допускается студент, который выполнил все требования текущего контроля. Оценка «отлично» выставляется, если студент дал развернутый правильный ответ на три вопроса билета. Оценка «хорошо» выставляется, если студент дал правильный ответ на два вопроса из билета. Оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент правильно ответил на 1 теоретических вопрос. Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если студент 1568750997 12 не верно ответил на все вопросы