**«Технологиялық процестерді сызықты емес көпөлшемді басқару жүйелерінің теориясы» курсы бойынша қорытынды бақылаудың бағдарламасы**

**2021/2022 оқу жылы**

**Факультет Ақпараттық технологиялар**

**Кафедра Жасанды ителлект және Big Data**

**Шифр және оқыту бағдарламасының бағдарламасы:**6B07108- Интернеті заттар мен Big Data

**Пән атауы:** Нелинейные системы управления

**Курс** \_4\_\_\_\_\_

**Оқытушы: \_ Кунелбаев М.М.**

**Оқыту пәнінің қорытынды бақылауының формасы**- жазбаша: дәстүрлі –сұрақ, жауап. Емтихан формасы-синхронды, офлайн

Емтихан дайындалған емтихан кестесінде көрсетілген аудиторияда өтеді.

**Ұзақтығы – 2 са**ғат

Емтихан билетінде 3 сұрақ болады: 1 сұрақ теория бойынша, 2 сұрақ практикалық тапсырма. Магистрант барлық сұрақтарға толық жауап беруі тиіс. 1 сұраққа 20%, 2 сұрақ практикалық тапсырма (әр тапсырмаға 40% тен) 80% пен бағаланады.

**ЕМТИХАН ТӘРТІБІ**

* білім алушы емтихан кестесінде көрсетілген уақыттан 20 минут бұрын келуі керек.
* кешігіп келген білім алушы емтиханға кіргізілмейді.
* өзімен бірге өзінің жеке төлқұжатын, қалам мен қарындаш алып келуі керек.
* санитарлық норманы сақтау мақсатында бетпердесі (маскасы) болуы керек.
* емтихан барысында смартфондарды, калькуляторларды, сөздіктерді, шпаргалкаларды және т.б. қосымша материалдарды қолдануға болмайды және басқа білім алушылармен сөйлесуге тиым салынады. осы айтылған ескертулерді бұзған жағдайда акт құрылып білім алушы емтиханнан шығарылып жіберіледі. Және пәннің емтихан ведомостіне «F» (қанағаттандырарлықсыз немесе қанағаттанарлық емес) бағасы қойылады.

**Емтихан кезінде студенттің іс-әрекеті**

* емтиханның басталуына 15 минут уақыт қалғанда кезекші оқытушылар келу парағында көрсетілген білім алушыларды орындарымен отырғызады, білім алушылар келу парағына орынымен танысқандығын растап қол қояды
* емтихан билетінің сұрақтарына жауап беріп болғаннан кейін (2 сағаттың ішінде) білім алушы өзінің жұмысын кезекші оқытушыға өткізеді. 2 сағаттан кейін жұмыс қабылданбайды.

**Емтихан сұрақтары құрылған тақырыптар (бағдарлама)**

1. Нелинейная математическая модель системы управления.
2. Виды нелинейностей в системах управления.
3. Эффекты в нелинейных системах.
4. Невозмущенное движение и уравнение движения для отклонения.
5. Устойчивость невозмущенного движения и положения равновесия.
6. Функции Ляпунова, производная в силу системы.
7. Теорема Ляпунова об устойчивости для стационарной системы.
8. Теорема Лагранжа об устойчивости консервативной механической системы.
9. Устойчивость перманентных вращений твердого тела с неподвижной точкой в случае Эйлера. Вращение вокруг оси с максимальным или минимальным моментом инерции.
10. Асимптотическая устойчивость положения равновесия. Область притяжения.
11. Теорема Ляпунова об асимптотической устойчивости.
12. Модификация теоремы Ляпунова.
13. Асимптотическая устойчивость определенно-диссипативных механических систем.
14. Геометрическая интерпретация теорем Ляпунова об устойчивости и асимптотической устойчивости.
15. Асимптотическая устойчивость множества.
16. Инвариантное множество.
17. Асимптотическая устойчивость в целом. Теорема Барбашина-Красовского.
18. Неустойчивость. Теорема Четаева.
19. Следствия теоремы Четаева – 1-я и 2-я теоремы Ляпунова о неустойчивости.
20. Геометрическая интерпретация теоремы Четаева.
21. Устойчивость перманентных вращений твердого тела с неподвижной точкой в случае Эйлера. Вращение вокруг оси со средним моментом инерции.
22. Устойчивость по линейному приближению. Основной случай.
23. Устойчивость по линейному приближению. Критические случаи.
24. Понятие абсолютной устойчивости.
25. Необходимое условие абсолютной устойчивости.
26. Гипотезы Айзермана, Калмана, Пятницкого.
27. Критерий Попова (достаточное условие абсолютной устойчивости).
28. Локальная стабилизация нелинейной системы.
29. Оценка области притяжения.
30. Стабилизация нелинейных систем методом стабилизирующих пар.
31. Сведение построения стабилизирующей пары к численным процедурам.
32. Управляемость механических систем.
33. Управление механическими системами на основе метода декомпозиции.
34. Управление с масштабируемым коэффициентом усиления.
35. Скользящие режимы.
36. Линеаризация «от входа к выходу» обратной связью.
37. Уравнения нулевой динамики при линеаризации обратной связью. Минимально фазовые системы.
38. Полная линеаризация обратной связью.
39. Стабилизация и слежение при линеаризации обратной связью.
40. Теоремы метода функций Ляпунова для нестационарных систем.
41. Обратные теоремы метода Ляпунова.
42. Дискретные нелинейные системы. Первая разность в силу системы.

Теоремы Ляпунова для дискретных систем

**ҰСЫНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР**

1. Khalil, H.K. Nonlinear Systems. Third Edition. Prentice Hall, 2002.
2. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. М.: Изд. Московского университета, 1988.
3. Малкин И.Г. Теория устойчивости движения. М.: Наука, 1966.
4. Первозванский А.А. Курс теории автоматического управления. М.: Наука, 1986.
5. Поляк Б.Т., Щербаков П.С. Робастная устойчивость и управление. М.: Наука, 2002.
6. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического регулирования. М.: Наука, 1966.
7. Цыпкин Я.З. Основы теории автоматических систем. М.: Наука, 1977.
8. Айзерман М.А. Теория автоматического регулирования. М.: Наука, 1966.
9. Теория автоматического управления (уч. пособие в 2-х частях под ред. А.А.Воронова). М.: Высшая школа, 1986.
10. Пантелеев А. В., Бортаковский А. С. Теория управления в примерах и задачах. М.: Высшая школа, 2003.
11. Афанасьев В. Н., Колмановский Б. В., Носов В. Р. Математическая теория конструирования систем управления. М.: Высшая школа, 2003.
12. Справочник по теории автоматического регулирования. Под ред. А.А.Красовского. М., Наука 1987.
13. Солодовников В. В., Плотников В. Н., Яковлев А. В. Теория автоматического управления техническими системами. М.: Изд. МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1993.

**Бағалау критерийлері (Баға межесі):**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| «өте жақсы» - | А | 4,0 | 95-100 |
| А- | 3,67 | 90-94 |
| «жақсы» -  | В+ | 3,33 | 85-89 |
| В | 3,0 | 80-84 |
| В- | 2,67 | 75-79 |
| С+ | 2,33 | 70-74 |
| «қанағаттанарлық» -  | С | 2,0 | 65-69 |
| С- | 1,67 | 60-64 |
| D+ | 1,33 | 55-59 |
| D- | 1,0 | 50-54 |
| «қанағаттанарлық емес» -  | FX | 0,5 | 25-49 |
| F | 0 | 0-24 |