

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНО-ТЕХНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою

Хіміко-технологічного факультету

Протокол № 3 від 25 березня 2019 р.

Голова вченої ради  Г.М. Астрелін

М.П.



ПРОГРАМА

додаткового випробування для вступу на освітньо-наукову програму
доктора філософії

спеціальності **151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані
технології»**

спеціалізації **«Комп'ютерно-інтегровані сталі хімічні
виробництва»**

Програму рекомендовано кафедрою
кібернетики хіміко-технологічних процесів

Протокол № 9 від 20 березня 2019 р.

В.о. завідувача кафедри  Т.В. Бойко

Розробники програми

_____ в.о. зав. каф. КХТП Бойко Т.В.

_____ професор каф. КХТП Медведєв Р.Б.

_____ доцент каф. КХТП Безносик Ю.О.

_____ доцент каф. КХТП Бондаренко С.Г.

_____ доцент каф. КХТП Складанний Д.М.

Вступ

Ця програма призначена для організації підготовки вступників до додаткового вступного випробування для вступу на освітньо-науковий рівень доктора філософії за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», спеціалізація «Комп'ютерно-інтегровані технології сталих хімічних виробничих комплексів». Програма вступного випробування ґрунтується на програмах нормативної частини підготовки. До неї включені питання з наступних розділів:

- 1. Сучасні система та методи автоматизованого управління.**
- 2. Моделювання енергозберігаючих та екологічних систем, галузевих об'єктів та процесів.**
- 3. Оптимізація складних технологічних систем.**

Мета вступного випробування – перевірити готовність вступників до участі у конкурсному відборі на навчання за програмою доктора філософії за даною спеціальністю.

Додаткове вступне випробування призначається вступникам, які одержали повну вищу освіту – ОС або ОКР «магістр» або ОКР «спеціаліст» за спеціальністю, відмінною від «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» та подали заяви на участь у конкурсі на здобуття освітньо-наукового рівня за цією спеціальністю. Відповідність напряму підготовки (спеціальності) одержаної освіти встановлюється згідно з Наказом МОН України від 06.11.2015 № 1151 «Про особливості запровадження переліку галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 29.04.2015 року № 266».

Додаткове вступне випробування проводиться за графіком, який затверджує Приймальна комісія НТУУ «КПІ». Тривалість випробування – 60 хвилин. Перерви під час випробування не допускаються. Випробування проводиться у письмовій формі. Використання літератури, довідників та технічних засобів забороняється.

Білет випробування складається з теоретичних завдань. Загальна кількість завдань у білеті – три – по одному з кожного розділу програми. Білети побудовано таким чином, щоб на виконання кожного із завдань здобувач витрачав однаковий час – близько 20 хвилин.

За результатами додаткового вступного випробування, вступники, які отримали оцінку «зараховано», допускаються до участі в основному конкурсі. Вступники, які під час проходження випробування скористалися недозволеними джерелами інформації та/або технічними засобами, відсторонюються від випробування. За результатами випробування їм виставляється оцінка «не зараховано», незалежно від змісту та обсягу написаного і апеляції з цього приводу розгляду не підлягають.

Зміст програми

РОЗДІЛ 1.

СУЧАСНІ СИСТЕМА ТА МЕТОДИ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ

Принципи та основи інтеграції завдань та рівнів АСУ. Завдання автоматизації хімічних виробництв. Автоматизація виробництва. Особливості та відмінності автоматизованих систем (АСУ П, АСУ ТП). Інтегровані системи керування підприємством та принципи інтеграції систем керування технологічними процесами. Ієрархія сучасних систем керування. Комп'ютерно-орієнтовані виробництва. Рівні комп'ютерної автоматизації. Завдання, що вирішуються на рівні автоматизації АСУ П. Системи планування потреб виробництва у матеріалах та вимоги до них (MRP-системи). Системи планування ресурсів підприємства (ERP-системи). Системи керування виробництвом (MES-системи). Завдання, структура та рівні АСУ ТП. Польовий рівень (Input/Output-Field level). Середній рівень (Control level). Верхній рівень (HMI).

SCADA-системи SCADA-системи (Supervisory Control and Data Acquisition) та PCU (Distributed Control Systems). Функціональні відмінності PCU від SCADA-систем. Структура та функції SCADA-систем. Характеристики SCADA-пакетів. OPC-стандарт взаємодії SCADA-систем. .

Розподілені системи управління. Призначення та архітектура PCU. Основні елементи та властивості PCU. Технічні характеристики сучасних ПЛК. Програмне забезпечення ПЛК. Мови програмування за стандартом IEC 61131-3. Інструментальні системи програмування ISaGRAF, CoDeSys, Unity Pro, STEP7 та ін. Програмне забезпечення робочих станцій. Промислові мережі, рівнів ієрархії систем керування за стандартами GSM, GPRS, Bluetooth. Особливості структури, складу і компонентів провідних виробників систем керування.

Алгоритмічне забезпечення PCU. Екстремальні системи та системи оптимального керування, їх застосування у хімічній промисловості. Адаптивні системи керування, їх забезпечення та особливості алгоритмів керування. Робастні систем керування, їх забезпечення та особливості алгоритмів керування. Ситуаційні систем керування, їх забезпечення та особливості алгоритмів керування. Нечіткі та нейро-нечітких системи керування, а також штучні нейронні мережі. Системи вдосконаленого керування технологічними процесами.

Література до розділу:

1. Анашкин А. С. Техническое и программное обеспечение распределенных систем управления / А. С. Анашкин, Э. Д. Кадыров, В. Г. Харазов. – СПб.: П-2, 2004. – 368 с.
2. Втюрин В. А. Автоматизированные системы управления технологическими процессами. Основы АСУ ТП / В. А. Втюрин. – СПб., 2006. – 152 с.
3. Деменков Н. П. SCADA-системы, как инструмент проектирования АСУ ТП / Н. П. Деменков. – М.: МГТУ им. Н. Е. Баумана, 2004. – 328 с.
4. Дорф Р. Современные системы управления / Р. Дорф, Р. Бишоп. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002. – 832 с.
5. Егупов Н. Д. Методы классической и современной теории автоматического управления. Учебник в 3-х т. / Н. Д. Егупов. – М.: МГТУ им. Н. Е. Баумана, 2000.
6. Клебанов Б. И. Автоматизированные системы управления предприятием / Б. И. Клебанов., 2004. – 68 с.
7. Марьясин О. В. Компьютерная поддержка задач автоматического управления / О. В. Марьясин, М. П. Цыганков. – Ярославль: ЯГТУ, 2011. – 304 с.
8. Методи сучасної теорії управління / А. П. Ладанюк, В. Д. Кишенько, Н. М. Луцька, В. В. Іващук. – К.: НУХТ, 2010. – 196 с.

9. Петров И. В. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного программирования / И. В. Петров. – М.: Солон-Пресс, 2004. – 256 с.
10. Рождественский Д. А. Автоматизированные комплексы распределенного управления / Д. А. Рождественский. – Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2002. – 124 с.
11. Сю Д. Современная теория автоматического управления и ее применение / Д. Сю. – М.: Машиностроение, 1972. – 544 с.
12. Харазов В. Г. Интегрированные системы управления технологическими процессами / В. Г. Харазов. – СПб.: Профессия, 2009. – 592 с.
13. Шишов О. В. Современные технологии промышленной автоматизации / О. В. Шишов. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2007. – 250 с.
14. Brogan W. L. Modern control theory / William L. Brogan., 1991. – 653 с. – (3-rd ed.).

РОЗДІЛ 2.

МОДЕЛЮВАННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТА ЕКОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ, ГАЛУЗЕВИХ ОБ'ЄКТІВ ТА ПРОЦЕСІВ

Пряма задача хімічної кінетики. Кінетика гомогенних реакцій простих та складних. Визначення порядку та молекулярності хімічних реакцій. Методи побудови кінетичних моделей багатостадійних реакцій. Метод стаціонарних концентрацій. Кінетика гомогенних реакцій. Вплив температури на швидкість хімічної реакції. Закон Арреніуса. Константа швидкості. Енергія активації. Методи дослідження та розрахунку кінетичних констант. Розрахунок енергії активації. Обернена задача хімічної кінетики. Визначення коефіцієнтів швидкостей реакцій для відомого механізму. Використання методу найменших квадратів для розрахунку кінетичних констант. Класифікація хімічних реакцій для проектування та розрахунку хімічних реакторів.

Блочний принцип побудови математичних моделей об'єктів хімічної технології. Структура математичних моделей хімічних реакторів. Основні поняття та визначення теорії хімічних реакторів. Етапи математичного моделювання хімічних реакторів. Основні параметри роботи реактора. Моделювання гомогенних реакторів. Методи побудови, аналіз та методи рішення рівнянь математичних моделей хімічних реакторів. Структура математичного опису реакторів періодичної дії. Розрахунок реакторів для простих реакцій. Структура математичного опису реакторів періодичної дії. Розрахунок реакторів для складних реакцій. Структура математичного опису реакторів періодичної дії. Термодинаміка, хімічна кінетика. Вплив температури та тиску на проходження процесу в реакторах.

Математичні моделі реакторів для проведення гетерогенних каталітичних процесів у системі газ-тверде. Моделювання процесів на поверхні каталізатора. Гідродинаміка потоку газу. Типи каталітичних реакторів. Математичний опис процесів на шару каталізатора. Кінетичні рівняння для реакцій на поверхні каталізатора. Вплив поздовжнього переносу маси та тепла. Лімітуючі стадії: адсорбція, десорбція, дифузія. Моделювання адсорбційних процесів у системі газ-тверде. Адіабатичні реактори. Ізотермічні реактори. Реактори з нерухомим та рухомим шаром каталізатора. Математичні моделі, які застосовують властивості явищ переносу.

Математичні моделі реакторів для проведення процесів у системі газ-рідина, рідина-рідина. Моделювання масообмінних процесів. Класифікація математичних моделей для проведення процесів у системі газ-рідина. Класифікація реакторів для проведення процесів у системі газ-рідина. Моделювання масообмінних процесів. Математичні моделі хемосорбційних та екстракційних реакторів. Етапи розробки математичного опису процесів у системі газ-рідина. Математичне моделювання процесів газорідинних реакторів. Моделювання рівноваги у системі газ-рідина. Розрахунок процесів масопереносу за рахунок дифузії та конвекції. Метод висоти одиниці масопереносу. Реактора колонного типу, де фази перебувають у режимі ідеального витіснення. Реактори типу змішувач-сепаратор, де фази перебувають у режимі ідеального перемішування. Математичні моделі типових газорідинних реакторів. Інженерні

методи розрахунку кінетики масопереносу з урахуванням хімічної реакції у рідкій фазі. Розрахунок масообмінних апаратів з урахуванням хімічної реакції. Моделювання хемосорбційних процесів у системі газ-рідина. Інтенсифікація хемосорбційних процесів у системі газ-рідина. Моделювання хемосорбційних процесів. Моделювання явищ переносу у хімічних реакторах.

Ексергетичний аналіз процесів і систем хімічної технології. Ексергетичний аналіз типових процесів хімічної технології. Аналіз теплообмінних процесів на основі ексергетичного метода. Аналіз процесів розділення на основі ексергетичного метода. Аналіз процесів у хімічних реакторах на основі ексергетичного метода. Аналіз процесів абсорбції та екстрагування на основі ексергетичного метода. Інженерні методи зменшення енергоспоживання і використання вторинних енергоресурсів у хімічної технології. Зниження енергоспоживання типових процесів.

Література до розділу:

1. Астрелін І.М. та інш. Теорія процесів виробництв неорганічних речовин. К.: Вища школа, 1992. – 399с.
2. Безденежных А.А. Инженерные методы составления уравнений скоростей реакций и расчет кинетических констант. Л.: Химия, 1972. – 256с.
3. Бондарь А.Г. Математическое моделирование в химической технологии. К.: Вища школа, 1973. – 278с.
4. Закгейм А.Ю. Введение в моделирование химико-технологических процессов. Изд. 2-е. М.: Химия, 1982. – 288с.
5. Кафаров В.В. Методы кибернетики в химии и химической технологии. Изд. 4-е. М.: Химия, 1985. – 448с.
6. Кафаров В.В., Ветохин В.Н. Основы автоматизированного проектирования химических производств. М.: Наука, 1987. – 624с.
7. Кафаров В.В., Глебов М.Б. Математическое моделирование основных процессов химических производств. М.: Высш.шк., 1991. – 400с.
8. Кафаров В.В., Мешалкин В.П., Перов В.Л. Математические основы автоматизированного проектирования химических производств. М.: Химия, 1979. – 320с.
9. Кафаров В.В., Перов В.Л., Мешалкин В.П. Принципы математического моделирования химико-технологических систем. М.: Химия, 1974. – 344с.
10. Лейтес И.Л., Сосна М.Х., Семенов В.П. Теория и практика химической энерготехнологии. М.: Химия, 1988. – 280с.
11. Сажин Б.С., Булеков А.П. Эксергетический метод в химической технологии. М.: Химия, 1992. – 208с.
12. ТОВАЖНЯНСКИЙ Л.Л. и др. Энерготехнология химико-технологических производств. Харьков, 1998. - 84.
13. Химико-технологические системы. / Под ред. Мухленова И.П. Л.: Химия, 1986. – 424с.
14. Царева З.М., ТОВАЖНЯНСКИЙ Л.Л., Орлова Е.И. Основы теории химических реакторов. Харьков: ХГПУ, 1997. – 624с.
15. Эксергетические расчеты технических систем. / Под ред. Бродянского В.М. К.: Наукова думка, 1991. – 360с.

РОЗДІЛ 3.

Оптимізація складних технологічних систем

Постанова задач оптимізації складних систем. Критерії оптимальності роботи складних систем. Класифікація задач оптимізації. Класифікація методів оптимізації складних систем.

Декомпозиційні методи оптимізації технологічних систем. Постановка задачі декомпозиції. Декомпозиція шляхом розподілу ресурсів (метод розподілу обмежень). Декомпозиція з проміжними завданнями (метод закріплень). Декомпозиція з проміжними цінами (метод цін). Загальні положення, сутність, алгоритми методів.

Постановка задачі багатокритеріальної оптимізації. Принцип оптимальності за Парето. Основні підходи до побудови множин Парето: згортка критеріїв, ієрархічна оптимізація. Функція бажаності Харрінгтона.

Постановка задачі глобальної оптимізації. Класифікація методів глобальної оптимізації. Алгоритми випадкового пошуку глобального оптимуму одномірних функцій: метод виділення інтервалів унімодальності, метод наближучих моделей.

Алгоритми випадкового пошуку глобального оптимуму функцій декількох змінних. Мультистрат. Методи розгортки при пошуку глобального оптимуму. Методи випадкового пошуку в глобальній оптимізації: кластерний метод, метод конкуруючих точок.

Генетичні алгоритми оптимізації. Основні поняття і визначення. Робота генетичного алгоритму. Типи кроссоверів. Моделі генетичних алгоритмів. Переваги і недоліки генетичних алгоритмів.

Поняття про динамічну оптимізацію систем. Постановка задачі оптимального управління. Принцип максимуму Л. С. Понтрягіна.

Характеристика і формулювання задачі оптимізації в умовах невизначеності. Типи (форми) невизначеності. Класифікація невизначених параметрів.

Основні положення та типи задач стохастичного програмування. Стохастичні моделі математичного очікування. Задачі стохастичного програмування з ймовірнісними обмеженнями. Детерміновані еквіваленти ймовірнісних обмежень. Теорема еквівалентності. Стохастичне подієве програмування. Невизначене середовище, події та ймовірнісна функція подій. Принцип невизначеності. Однокритеріальне, багатокритеріальне та цільове подієве програмування.

Поняття інтервальної моделі. Основи інтервального аналізу статистичних даних. Область значень параметрів та оцінка коефіцієнтів інтервальної моделі. Вибір найкращої інтервальної моделі. Множина рішень, що не покращуються і її властивості.

Критерії оптимальності рішень, одержаних з інтервальними моделями. Критерії лінійно-параметричної функції, функції довільного виду, лінійної комбінації меж.

Поняття нечіткої невизначеності. Особливості задачі оптимізації в умовах нечіткої невизначеності. Принцип Белльмана-Заде. Ієрархія пріоритетів, шкала Сааті.

Література до розділу:

1. Алтунин, А.Е., Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях. Монография [Текст] / А.Е. Алтунин, М.В.Семухин; – Тюмень: Изд-во ТГУ, 2000. – 352 с. – Бібліогр.: с.303-323. – ISBN
2. Воцинин А.П., Оптимизация в условиях неопределенности [Текст]: Книга+дискета. / А.П. Волошин, Г.Р. Сотиров. – МЭИ(СССР), «Техника» (НРБ), 1989. – 224 с., ил. ISBN 5-7046-0001-8
3. Гладков Л.А., Корейчук В.В., Корейчук В.М. Генетические алгоритмы. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006, - 320 с.
4. Деменков Н.П. Нечеткое управление в технических системах. Учебное пособие [Текст] / Н.П. Деменков., МГТУ имени Н.Э. Баумана. – Москва : Изд-во МГТУ имени Н.Э. Баумана, 2005. – 200 с.: ил. – Бібліогр.: с.194-197. – ISBN 5-7038-2742-6
5. Дилигенский, Н.В. Нечеткое моделирование и многокритериальная оптимизация производственных систем в условиях неопределенности: технология, экономика, экология. [Текст] / Дилигенский Н. В., Дымова Л. Г., Севастьянов П. В. – М. : «Машиностроение – 1», 2004. – 397 с. . – Бібліогр.: с.372-977. – ISBN

6. Лэсдон, Л. Оптимизация больших систем [Текст] / Л. Лэсдон; перевод с англ. под ред. А.А. Первозванского; Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука». – Москва, Наука, 1975. – 432 с.
7. Лю Б., Теория и практика неопределенного программирования (Адаптивные и интеллектуальные системы) [Текст] / Баодин Лю; Пер. с англ. – , БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. – 416.: ил. – ISBN 5-94774-241-1
8. Месарович, М. Теория иерархических многоуровневых систем [Текст] / М. Месарович, Д. Мако, И. Такахара; перевод с англ. под ред. И.Ф. Шахнова. – Москва, Мир, 1975. – 344 с.
9. Семенкин, Е. С. Методы оптимизации в управлении сложными системами [Текст]: Учебное пособие / Е.С. Семенкин, О.Э. Семенкина, В.А. Терсков; Россия. Министерство внутренних дел. – Красноярск: Сибирский юридический институт, 2000. – 254 с. – ISBN 5–93182–008–6.
10. Федоренко, Р.П. Приближенное решение задач оптимального управления [Текст] / Р.П. Федоренко; Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука». – Москва, Наука, 1978. – 488 с.

Критерії оцінювання знань вступників

Білет випробування складається з практичних завдань та питань практичної спрямованості. Загальна кількість завдань у білеті – три. Ваговий бал кожного завдання – 20 балів.

Відповідаючи на питання практичного спрямування, вступник має продемонструвати не лише знання основних положень дисципліни, а і вміти їх застосовувати до практичних ситуацій, в тому числі творчо. Оцінювання такого завдання проводиться за наступною шкалою:

- надано повна відповідь на запитання – 20 балів;
- достатньо повна відповідь на запитання, містить не менше 90% потрібної інформації – від 18 до 19 балів;
- вірна відповідь на запитання містить не менше 75% потрібної інформації – від 14 до 17 балів;
- в цілому вірна відповідь на запитання містить не менше 60% потрібної інформації – від 12 до 15 балів;
- незадовільна відповідь на запитання, містить менше 60% потрібної інформації – від 1 до 11 балів;
- відповідь на запитання відсутня – 0 балів.

В разі, якщо студент не закінчив виконання роботи вчасно, та частина роботи, що не виконана оцінюється як відсутня.

Бали, отримані вступником за виконання кожного з завдань додаються. Для отримання вступником відповідних оцінок ECTS, сума його рейтингових балів за всі завдання утворюють сумарну рейтингову оцінку (**RD**), яка переводиться згідно з таблицею:

<i>RD, балів</i>	<i>Оцінка ECTS</i>	<i>Результат</i>
$57 \leq RD$	<i>відмінно</i>	зараховано
$51 \leq RD < 57$	<i>дуже добре</i>	
$45 \leq RD < 51$	<i>добре</i>	
$38 \leq RD < 45$	<i>задовільно</i>	
$36 \leq RD < 39$	<i>достатньо</i>	
$RD < 36$	<i>не задовільно</i>	не зараховано