

| | | |
|--|--|---|
| ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ |  SKMA -1979- | SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия» |
| «Инжерлік пәндер» кафедрасы | | 044-76-11 |
| «Химия-технологиялық процесстерді модельдеу» пәнібойынша әдістемелік нұсқаулар | | Стр. 1 из 71 |

ТӘЖІРИБЕЛІК САБАҚҚА АРНАЛҒАН ӘДІСТЕМЕЛІК НҰСҚАУЛАР

Пән: «Химия-технологиялық процесстерді модельдеу»

Пән коды: НТРМ 3301

БББ атауы: 6В0720100 Фармацевтикалық өндіріс технологиясы

Оқу сағатының көлемі/(кредит): 180 сағат/ (6 кредит)

Оқытылатын курс пен семестр: 3 курс, 5 семестр

Тәжірибелік сабақтар: 45 сағат

Шымкент, 2024 ж.

| | | |
|---|--|--------------|
| ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ |  SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия» | |
| «Инжерлік пәндер» кафедрасы | | 044-76-11 |
| «Химия-технологиялық процесстерді модельдеу» пәнібойынша әдістемелік нұсқаулар | | Стр. 1 из 71 |

Тәжірибелік сабақтарға арналған әдістемелік нұсқаулар «Фармацевттік өндірістің технологиясы» пәнінің жұмыс бағдарламасына (силлабус) сәйкес әзірленген және кафедра мәжілісінде талқыланды.

Хаттама № ____ « ____ » _____ 2024 ж.

Каф. Меңгерушісі, к.т.н. доцент

Г.Э. Орымбетова

| | | |
|---|--|--|
| <p>ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</p> |  | <p>SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</p> |
| <p>«Инжерлік пәндер» кафедрасы</p> | | <p>044-76-11</p> |
| <p>«Химия-технологиялық процесстерді модельдеу» пәнібойынша әдістемелік нұсқаулар</p> | | <p>Стр. 1 из 71</p> |

| | |
|--|--|
| ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ |  SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия» |
| «Инженерлік пәндер» кафедрасы | 044-76-11 |
| «Химия-технологиялық процесстерді модельдеу» пәнібойынша әдістемелік нұсқаулар | Стр. 1 из 71 |

Тақырыбы 1: Регрессиялық модельдің параметрлерін анықтау. Белсенді емес эксперименттің деректері бойынша басқару объектінің статикалық модельдерін құру (регрессиялық анализ)

Мақсаты: Объектің статикалық сипаттама параметрлердің идентификациясы

Оқыту мақсаты:

Студент білуге тиіс:

- ең кіші квадраттар әдісі;
- модельдің адекваттылығы;
- объектінің статикалық модельдерін құру әдісі;
- статикалық сипаттамалары.

Студент істей алуға тиіс:

- басқару объектің математикалық моделін құру;
- объектің статикалық сипаттама параметрлердің идентификациялау,
- алынған нәтижелерді адекваттылыққа тексеруді жүргізу

Тақырыптың негізгі сұрақтары:

Базалық

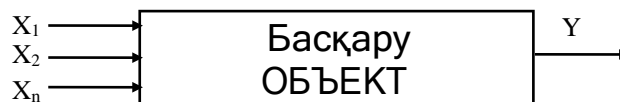
- статика моделі;
- регрессиялық модель;
- басқару объект.

Негізгі

- параметрлерді идентификациялау;
- басқару объектілерді модельдеу;
- нәтижелердің адекваттылығы.

Теориялық негіздері

Бірнеше кірісі және жалғыз шығысы бар объект бар болсын:



Сурет 1.1 – Объектің құрылымдық сұлбасы

Бұл объектің статикасын зерттеу барысында тәжірибеші басқа кірісайнымалылардың мәндерін тұрақты етіп ұстап, уақыттың белгілі бір аралығы сайын X_i кіріс айнымалының мәнін ΔX_i өсіріп тұруы қажет. Яғни, X_i мәні ретімен X_i^{\min} ден X^{\max} ға өзгереді. Бұл кезде шығыс Y айнымалының мәні тіркеліп тұрады. Тәжірибенің нәтижесінде X -тің түрлі мәндері мен Y мәні арасындағы сәйкестік кестесі түріндегі статикалық сипаттама пайда болады.

Тәжірибені өңдеу мақсаты – кестелік түрде пайда болған заңдылықты бір аналитикалық $F(x)$ өрнекпен аппроксимациялау.

Жақындастыру (приближение) әдісі үшін тәуелсіз X_i айнымалының бүкіл өзгеру аралығындағы $F(X)-Y(X)$ арасындағы айырмашылықты сипаттайтын бір функционалды минимизациялау тәң. Тәжірибеде квадраттық жақындастыру жиі пайдаланылады. Ол кезде минимизацияланатын функционалдың түрі:

$$\int_{x_{\min}}^{x_{\max}} (Y(x) - F(x))^2 dx \rightarrow \min$$

Тәжірибелік есептеулерде функционал келесі түрге ие болады:

$$I = \sum [F(x) - Y]^2 \rightarrow \min \quad (1.1)$$

$$F(x) = \sum_{i=0}^m A_i * x^i$$

A_i коэффициенттерін анықтау үшін осы коэффициенттердің әрқайсысы бойынша (1.1)-ді дифференциалдап, пайда болған теңдеулерді нольге теңестіру қажет. Сол кезде біз олардан қажетті коэффициенттерді анықтап алуымызға болатын $(m+1)$ теңдеулер жүйесіне ие боламыз:

$$\frac{dI}{dA_i} = 2 * \sum [F(x) - Y(x)] * x^k$$

$$\sum_{i=1}^n \left[\sum_{l=0}^m A_l * x^{l+k} - Y(x) * x^k \right] = 0 \quad k = 0, 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{i=1}^n * A_l * \sum_{l=0}^m x^{l+k} - \sum_{i=1}^n Y(x) * x^k = 0$$

$$I = \sum_{i=1}^n [F(x_i) - Y(x_i)]^2$$

$$\frac{dI}{dA} = 2 \cdot \sum_{i=1}^n [A + B \cdot x_i - Y(x_i)]^2$$

$$\frac{dI}{dB} = 2 \cdot \sum_{i=1}^n [A + B \cdot x_i - Y(x_i)]^2 \cdot x_i$$

$$\sum_{i=1}^n A + \sum_{i=1}^n B \cdot x_i = \sum_{i=1}^n Y(x_i) \Leftrightarrow n \cdot A + B \cdot \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n Y(x_i)$$

$$\sum_{i=1}^n A \cdot x_i + \sum_{i=1}^n B \cdot x_i^2 = \sum_{i=1}^n Y(x_i) \cdot x_i \Leftrightarrow A \cdot \sum_{i=1}^n x_i + B \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2 = \sum_{i=1}^n Y(x_i) \cdot x_i$$

$$A = \frac{\begin{vmatrix} \sum_{i=1}^n Y(x_i) & \sum_{i=1}^n x_i \\ \sum_{i=1}^n Y(x_i) \cdot x_i & \sum_{i=1}^n x_i^2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} n & \sum_{i=1}^n x_i \\ \sum_{i=1}^n x_i & \sum_{i=1}^n x_i^2 \end{vmatrix}} = \frac{\sum_{i=1}^n Y(x_i) \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2 - \sum_{i=1}^n x_i \cdot \sum_{i=1}^n Y(x_i) \cdot x_i}{n \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}$$

(1.2) (1.3)

$$B = \frac{\begin{vmatrix} n & \sum_{i=1}^n Y(x_i) \\ \sum_{i=1}^n x_i & \sum_{i=1}^n Y(x_i) \cdot x_i \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} n & \sum_{i=1}^n x_i \\ \sum_{i=1}^n x_i & \sum_{i=1}^n x_i^2 \end{vmatrix}} = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n Y(x_i) \cdot x_i - \sum_{i=1}^n x_i \cdot \sum_{i=1}^n Y(x_i)}{n \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}$$

Сызықтық түрдегі $F(X)=A+B \cdot X$ функциясы үшін ең кіші квадраттар әдісін қарастырайық.

Пайда болған модельдің адекваттылығын тәжірибенің әр нүктесіндегі орташа салыстырмалы қатені анықтау арқылы тексеруге болады:

$$\varepsilon = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{|Y(x_i) - F(x_i)|}{Y(x_i)} \cdot 100\% \quad (1.4)$$

бұл жерде: $Y(X_i)$ – тәжірибелік нүктелер

$F(X_i)$ – модель бойынша табылған мәндер

Егер ε 3-5% төмен болса, онда модель тәжірибелік деректерді адекватты сипаттайды деп тұжырымдауға болады.

Білім берудің және оқытудың әдістері: Бақылау сұрақтар мен жүргізілген жұмыс туралы әзірленген есеп бойынша ауызша сұрау. Жұмысты өзіндік орындау

| | | |
|---|--|--------------|
| ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ |  SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия» | |
| «Инжерлік пәндер» кафедрасы | | 044-76-11 |
| «Химия-технологиялық процесстерді модельдеу» пәнібойынша әдістемелік нұсқаулар | | Стр. 1 из 71 |

Жұмысты орындау реті

1. ЛАБ1 бағдарламасын іске қосып, сынақ кітапшаңыздың нөмірі бойынша тіркеліңіз.
2. Сол бойынша статикалық сипат алынатын арнаны ($Y = f(T)$, $Y = f(Q)$ не $Y = f(F)$) таңдаңыз.

| | | |
|---|---|--|
| ОҢТҮСТІК-ҚАЗАҚСТАН MEDISINA АКАДЕМИАСЫ «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ |  SKMA -1979- | SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия» |
| «Инженерлік пәндер» кафедрасы | | 044-76-11 |
| «Химия-технологиялық процесстерді модельдеу» пәнібойынша әдістемелік нұсқаулар | | Стр. 1 из 71 |

3. Кіріс айнымалының өзгертілу аралығын 10-15 бірдей бөліктерге бөліңіз.
4. Кіріс айнымалыны ең кіші мәнінен ең үлкеніне дейін ретімен өзгертіп, шығыс Y айнымалының мәнін тіркеңіз.
5. Қолмен немесе MsExcel не Mathcad жүйелерін пайдаланып қажетті барлық есептеулерді орындаңыз.
6. Осы сияқты әдіспен басқа кіріс айнымалылар үшін бір қатар тәжірибелер өткізіңіз.
7. Қолмен немесе MsExcel не Mathcad жүйелерін пайдаланып қажетті барлық есептеулерді орындаңыз.
8. Оқытушы ұсынған жұмысты орындау бақылау мысалды қолданыңыз.

Әдебиет:
негізгі:


1. Ахназарова С.Л., Кафаров В.В. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии: Учебное пособие для вузов. - 2-е изд., перераб. и дополненное. -М.: Высшая школа, 1985. -327с.
2. Инков А.М. Моделирование и идентификация объектов управления. Методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов спец. 050702. Шымкент, ЮКГУ, 2010 г., -78 с.

қосымша:

3. Практикум по автоматике и системам управления производственными процессами: учеб. пособие для вузов /под ред. И.М.Масленникова. -М.: Химия, 1986. -336с.
4. Построение математических моделей химико-технологических процессов. Под ред. Дудникова Е.Г. - Л.: Химия, 1970. –312 с.
5. Райбман Н.С., Чадеев В.М. Построение моделей производства. - М.: Энергия, 1975.

Бақылау (сұрақтар, тесттер, тапсырмалар және т.б.)

- 1) Математикалық модельдерді құрудың регулярлық әдістерінің статистикалық әдістерінен айырмашылығы неде?
- 2) Статикалық сипаттама дегеніміз не?
- 3) Объектінің статикалық сипатының динамикалық сипатынан айырмашылығы неде?
- 4) Статикалық сипатты алу тәжірибені жүргізу әдістемесі.
- 5) Статикалық сипаттама қандай түрде бейнеленілуі мүмкін?
- 6) Тәжірибелік деректерді аппроксимациялау әдістері. Олардың жетістіктері мен кемшіліктері.
- 7) Интерполяциялау әдісі.
- 8) Квадраттық жақындату (приближения) әдісі.
- 9) Аппроксимациялаушы тәуелділіктерді сызықтау (линеаризация).
- 10) Аппроксимациялау нәтижесінде пайда болған математикалық модельдердің адекваттылығын тексеру.

| | | |
|--|--|---|
| ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ |  SKMA 1979 | SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия» |
| «Инжерлік пәндер» кафедрасы | | 044-76-11 |
| «Химия-технологиялық процесстерді модельдеу» пәнібойынша әдістемелік нұсқаулар | | Стр. 1 из 71 |

Тақырыб 2: Регрессиялық модельдің параметрлерін анықтау. Басқару объектінің бірфакторлы дисперсиялық анализі

Мақсаты: Жұмыстың мақсаты тәжірибелердің әр нақты сериясы үшін математикалық күтімдердің тең болуы жөніндегі гипотезаны тексеру болып табылады. Студент «Регрессиялық модельдің параметрлерін анықтау. Басқару объектіні бірфакторлы дисперсиялық талдау» тақырыбын оқу барысында алған білімдерін пайдалана білуі керек.

Оқыту мақсаты:

Студент білуге тиіс:

- математикалық күтімдердің тең болуы жөніндегі гипотезаны;
- бірфакторлы дисперсиялық талдауы.

Студент істей алуға тиіс:

- математикалық күтімдердің тең болуы гипотезасын тексеру;
- Регрессиялық модельдің параметрлерін анықтау.

Тақырыптың негізгі сұрақтары:

Базалық

- математикалық күтім;
- дисперсия;
- Фишер критерий.

Негізгі

- математикалық күтімдердің тең болуы жөніндегі гипотезасы;
- есепетеу нәтижелерін сұлба ретінде ұсыну.

Теориялық негіздері

Кез-келген экспериментте бақыланатын шамалардың орташа мәні эксперименттің шарттарын анықтайтын кіріс факторлардың өзгеруіне және кездейсоқ факторларға (сыртқы әсерлерге) байланысты өзгеріп тұрады.

Дисперсиялық талдаудың мәселесі - орташа мәндердің өзгеруіне факторлардың тигізетін әсерлерін зерттеу.

Дисперсиялық талдау – зерттелетін кездейсоқ шаманың өзгеруіне әкелетін жеке факторларды ерекшелеп, бағалау. Ол үшін қосындыланған таңдамалы дисперсияны тәуелсіз факторлар себеп болатын құрамдастарға (составляющие) жіктейді (разложение).

Берілген фактордың әсері маңызды екендігін анықтау үшін кездейсоқ факторларлар себеп болатын ұдайы өндірілу дисперсиясына сәйкес таңдамалы дисперсияның маңыздығын бағалау қажет.

Эксперименттің нәтижесі n түрлі мәндерді қабылдайтын (n -тәжірибелер серияларының саны) жеке бір A факторына тәуелді болсын. Тәжірибелердің әр сериясы үшін қайталанатын m бақылау жүргізіледі, олардың нәтижелерін келесі түрде жазуға болады:

$Y_{11} Y_{12} Y_{13} \dots Y_{1m}$

$Y_{21} Y_{22} Y_{23} \dots Y_{2m}$

$Y_{31} Y_{32} Y_{33} \dots Y_{3m}$

... ..

$Y_{n1} Y_{n2} Y_{n3} \dots Y_{nm}$

Алынған статистикалық деректердің негізінде нақты әр серия үшін математикалық күтімдердің тең болуы жөніндегі гипотезаны тексеру керек. Егер тексерілетін гипотеза

дұрыс болса, онда барлық сериялар үшін орташа арифметикалық мәндердің бір бірінен айырмашылығы жоқ, керісінше жағдайда жобаланған гипотезаны қабылдамау керек. \bar{Y}_i - тәжірибелердің i -ші сериясының орташа мәнін, ал \bar{Y} арқылы барлық бақылаулар үшін орта мәнді белгілейік:

$$\bar{Y}_i = \frac{1}{m} \cdot \sum_{j=1}^m Y_{ij}$$

$$\bar{Y} = \frac{1}{m \cdot n} \cdot \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m Y_{ij}$$

Дисперсиялық талдаудың мағынасы – жеке Y_{ij} –дің жалпы орташадан ауытқулары

$$Q = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (Y_{ij} - \bar{Y})^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (Y_{ij} - \bar{Y}_i + \bar{Y}_i - \bar{Y})^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (Y_{ij} - \bar{Y}_i)^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (\bar{Y}_i - \bar{Y})^2 \quad (2.1)$$

квадраттарының қосындысын екі қосындыға жіктеуде:

Q - әр тәжірибенің (Y_{ij}) мәнінің орташадан жалпы ауытқуын анықтайды;

Q_A - А факторының себебінен пайда болған шашырауды (рассеяние) сипаттайды (екінші фигуралық жақшалардағы өрнек);

$Q_{\text{калд}}$ - кездейсоқ бөгеулер себебінен пайда болған шашырауды сипаттайды (бірінші фигуралық жақшалардағы).

Ауытқулардың квадраттар қосындыларын сәйкесінше еркіндік дәрежелеріне бөліп, келесі дисперсияларды аламыз:

$$\sigma^2 = Q / f \quad (2.2)$$

$$\sigma_{\text{калд}}^2 = Q_{\text{калд}}^1 / f$$

Еркіндік дәрежелер саны: $f = m \cdot n - 1$ $f_1 = n - 1$ $f_2 = n \cdot (m - 1)$

Дисперсиялық талдауды орындау - σ_A^2 және $\sigma_{\text{калд}}^2$ бағаларын салыстыруда. Егер әр серия

үшін математикалық күтімдер бір біріне тең жөніндегі гипотеза дұрыс болса, онда σ_A^2 $\sigma_{\text{калд}}^2$ –тан көп аспауы тиіс, ол Фишер критеріі бойынша тексеріледі:

$$F = \sigma_A^2 / \sigma_{\text{калд}}^2 \quad (2.3)$$

Егер $F < F_{\text{кр}}$, онда σ_A^2 мен $\sigma_{\text{калд}}^2$ арасындағы айырмашылықты маңызсыз деп санауға болады, демек А факторының әсері кездейсоқ бөгеулер әсерімен шамалас.

Егер $F > F_{\text{кр}}$, онда σ_A^2 мен $\sigma_{\text{калд}}^2$ арасындағы айырмашылық маңызды, демек А факторы

шығыс шамаға әсер тигізеді.


$F_{\text{кр}}$ мәндерін маңыздылықтың α ("альфа") деңгейінде және f_1 мен f_2 еркіндік дәрежелерінде Фишер таралуының квантильдері бойынша анықтайды:

$$F_{\text{кр}} = f(\alpha, f_1, f_2)$$

Білім берудің және оқытудың әдістері: Бақылау сұрақтар мен жүргізілген жұмыс туралы әзірленген есеп бойынша ауызша сұрау. Жұмысты өзіндік орындау

Жұмысты орындау реті

- 1) ЛАБ2 бағдарламасын іске қосып, сынақ кітапшаның нөмірі бойынша тіркеліңіз.
- 2) Зерттелетін фактор ($Y=f(T)$, $Y=f(Q)$ немесе $Y=f(F)$) таңдап алыңыз.
- 3) Кіріс фактордың өзгертілу аралығын 5-8 бірдей бөліктерге (деңгейлерге) бөліңіз.

| | | |
|--|--|---|
| ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA АКАДЕМИЯСЫ «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ |  SKMA -1979- | SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия» |
| «Инжерлік пәндер» кафедрасы | | 044-76-11 |
| «Химия-технологиялық процесстерді модельдеу» пәнібойынша әдістемелік нұсқаулар | | Стр. 1 из 71 |

- 4) Кіріс айнымалыны ең кіші мәнінен ең үлкеніне дейін ретімен өзгертіп, шығыс Y айнымалының мәнін тіркеңіз, бұл кезде әр деңгейде қайталанатын (5-8) тәжірибелер сериямын жүргізуді ұмытпаңыз.
- 5) Қолмен немесе MsExcel не Mathcad жүйелерін пайдаланып қажетті барлық есептеулерді орындаңыз.
- 6) Осы сияқты әдіспен басқа кіріс айнымалылар үшін бір қатар тәжірибелер өткізіңіз.
- 7) Қолмен немесе MsExcel не Mathcad жүйелерін пайдаланып қажетті барлық есептеулерді орындаңыз.
- 8) Оқытушы ұсынған жұмысты орындау бақылау мысалды қолданыңыз.

**Әдебиет:
негізгі:**

1. Ахназарова С.Л., Кафаров В.В. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии: Учебное пособие для вузов. - 2-е изд., перераб. и дополненное. -М.: Высшая школа, 1985. -327с.
2. Инков А.М. Моделирование и идентификация объектов управления. Методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов спец. 050702. Шымкент, ЮКГУ, 2010 г., -78 с.

қосымша:

3. Практикум по автоматике и системам управления производственными процессами: учеб. пособие для вузов /под ред. И.М.Масленникова. -М.: Химия, 1986. -336с.
4. Построение математических моделей химико-технологических процессов. Под ред. Дудникова Е.Г. - Л.: Химия, 1970. –312 с.
5. Райбман Н.С., Чадеев В.М. Построение моделей производства. - М.: Энергия, 1975.

Бақылау (сұрақтар, тесттер, тапсырмалар және т.б.)

Кездейсоқ шама дегеніміз не?

- 1) Кездейсоқ шамалардың түрлері?
- 2) Генеральды жиынтық (совокупность) дегеніміз не?
- 3) Кездейсоқ таңдама (выборка) дегеніміз не?
- 4) Қандай таңдама репрезентативтік деп аталады?
- 5) Кездейсоқ шаманың таралу заңы, таралу функциясы және таралу тығыздығы деп нені атаймыз?
- 6) Математикалық күтім дегеніміз не және ол нені сипаттайды?
- 7) Дисперсия дегеніміз не және ол нені сипаттайды?
- 8) Орташа квадратты ауытқу (стандарт) дегеніміз не және ол нені сипаттайды?
- 9) Бірфакторлы дисперсиялық талдаудың мағынасы неде?
- 10) Бірфакторлы дисперсиялық талдаудағы экспериментальдық деректерді түсіру әдістемесі?
- 11) Қалдық дисперсия нені сипаттайды және ол қалай анықталады?
- 12) Сыртқы фактордың әсерінен пайда болған шығыс шаманың дисперсиясы қалай анықталады?
- 13) Кіріс фактордың маңыздығы қандай критерий бойынша анықталады?

| | | |
|--|---|---------------------------|
| ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ |  SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казakhstanская медицинская академия» | 044-76-11 Стр. 1 из 71 |
| «Инженерлік пәндер» кафедрасы | | |
| «Химия-технологиялық процесстерді модельдеу» пәнібойынша әдістемелік нұсқаулар | | |

Тақырыб 3: Регрессиялық модельдің параметрлерін анықтау. Параметрлерді статистикалық бағалау, гипотезаларды тексеру

Мақсаты: Жұмыстың мақсаты таралу параметрлерін статистикалық бағалауды іске асыру болып табылады. Студент «Регрессиялық модельдің параметрлерін анықтау. Параметрлерді статистикалық бағалау, гипотезаларды тексеру» тақырыбын оқу барысында алған білімдерін пайдалана білуі керек.

Оқыту мақсаты:

Студент білуге тиіс:

- таралу параметрлерін статистикалық бағалауды;
- регрессиялық модельді.

Студент істей алуға тиіс:

- таралу параметрлерін статистикалық бағалауларды жүргізу;
- параметрлерін статистикалық бағалауларды және гипотезаларды тексеруді жүргізу

Тақырыптың негізгі сұрақтары:

Базалық

- корреляция коэффициенті;
- сенімді интервал;
- кездейсоқ шама.

Негізгі

- корреляциялық өріс;
- таралу параметрлерді бағалау.

Теориялық негіздері

Таралу параметрлердің статистикалық бағасы. Кездейсоқ шаманың таралуының негізгі параметрлерінің бақуатты (состоятельные) және жылжымаған (несмещенные) бағалары (математикалық күтім M_X және дисперсия σ_X^2) келесі формулалар бойынша табылуы мүмкін:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n X_i \quad (3.1)$$

$$\sigma_X^2 = \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \quad (3.2)$$

бұл жерде n – таңдама көлемі

Кездейсоқ X және Y шамалар арасындағы корреляция коэффициентінің бағасын келесі формула бойынша анықтайды:

$$R_{XY} = \frac{1}{n-1} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}) \cdot (Y_i - \bar{Y})}{\sigma_X \cdot \sigma_Y} \quad (3.3)$$

(3.1) - (3.3) бағаларды көлемі шектеулі таңдама (выборка) бойынша анықтағандықтан олардың статистикалық дұрыстығы мен дәлділігі жөнінде сұрақ пайда болады.

θ арқылы бізді қызықтыратын параметрдің бағасын белгілейік. Онда бағаның дұрыстығы мен дәлдігін анықтау есебі параметрдің белгісіз ақиқат мәні $1-\alpha$ ($\alpha = 0.1, 0.05, 0.01 \dots$ тең, жеткілікті аз шама) ықтималдықпен θ параметрін қамтитын (θ_1, θ_2) аралығында жатады деп тұжырымдауға болатындай аралықты анықтауға келтіріледі. (θ_1, θ_2) аралықты -

сенімді аралығы (доверительный интервал) деп, ал $1-\alpha$ ықтималдықты - **сенімді ықтималдығы** (доверительная вероятность) деп атайды.

Ықтималдық тығыздығы:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma_X \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(X-M_x)^2}{2\sigma_X^2}}$$

болатын таралудың нормаль заңына ие болған X шамасы

жағдайын қарастырайық.

M_X -ті $1-\alpha$ ықтималдықпен қамтитын $\bar{X} - \varepsilon, \bar{X} + \varepsilon$ математикалық күтім үшін сенімді аралықты:

$P[X - \varepsilon < M_X < X + \varepsilon] = 1 - \alpha$ шартынан табады. Оны келесі түрде бейнелеуге болады:

$$P[|X - M_X| < \theta] = 1 - \alpha \quad (3.4)$$

$v=n-1$ еркіндік дәрежелері бар Стьюденттің t -таралуына ие болатын $t = \left[\frac{(\bar{X} - M_x) / \sigma_x}{\sqrt{n}} \right]$

параметрін ендірейік. Онда (3.4) теңдік келесі түрдегідей қапта жазылады:

$$P = \left[|\bar{X} - M_x| < t(\alpha, v) \cdot \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}} \right] = 1 - \alpha$$

бұл жерде, $t(\alpha, v)$ – ны ықтималдығы α және еркіндік дәрежелері $v=n-1$ бойынша Стьюденттің таралу кестесінен анықтайды. $1-\alpha$ сенімді ықтималдыққа сәйкес болатын M_X үшін сенімді аралық:

$$\left[\bar{X} - \frac{t(\alpha, v) \cdot \sigma_x}{\sqrt{n}} ; \bar{X} + \frac{t(\alpha, v) \cdot \sigma_x}{\sqrt{n}} \right] \quad (3.5)$$

Дисперсия үшін сенімді аралықты анықтау үшін

$$P[\sigma_1^2 < \sigma_X^2 < \sigma_2^2] = 1 - \alpha \quad (3.6)$$

теңдігін қанағаттандыратын σ_1^2 мен σ_2^2 аралықтың шекараларын табу керек. Нормальды

таралған X үшін еркіндік дәрежелері $v=n-1$ болатын шаманың таралу заңы белгілі:

$$\chi^2 = (n-1) \cdot \frac{\sigma_X^2}{\sigma^2}, \quad (3.7)$$

бұл жерде σ_X^2 – таңдамалы дисперсия, σ^2 - σ_X^2 – тің ақиқат мәні.

(3.7)–ні (3.6)–ға қойғаннан кейін,

$$P[\sigma_X^2 < \sigma_1^2] = P[\sigma_X^2 > \sigma_2^2] = \alpha/2 \text{ шарты бойынша:}$$

$$P[\chi^2(1 - \alpha/2, v) < (n-1) \cdot \frac{\sigma_X^2}{\sigma^2} < \chi^2(\alpha/2, v)] = 1 - \alpha. \text{ пайда болады.}$$

$\chi^2(1-\alpha/2, v) = (n-1) \cdot \frac{\sigma_X^2}{\sigma^2}$ шаманы Пирсонның таралу кестесі бойынша ықтималдығы $1-\alpha/2$ және еркіндік дәрежелер $v=n-1$ санында табады, ал $\chi^2(\alpha/2, v) = (n-1) \cdot \frac{\sigma_X^2}{\sigma^2}$ – ді

ықтималдығы $\alpha/2$ және еркіндік дәрежелер $v=n-1$ – де анықтайды.

Сондықтан, $1-\alpha$ сенімді ықтималдыққа сәйкес σ_X^2 дисперсия үшін сенімді аралық:

$$\left[\frac{(n-1) \cdot \sigma_X^2}{\chi^2(\alpha/2, v)} ; \frac{(n-1) \cdot \sigma_X^2}{\chi^2(1-\alpha/2, v)} \right] \quad (3.8)$$

$$\left[\frac{(n-1) \cdot \sigma_X^2}{\chi^2(\alpha/2, v)} ; \frac{(n-1) \cdot \sigma_X^2}{\chi^2(1-\alpha/2, v)} \right]$$

| | |
|---|--|
| ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ |  SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия» |
| «Инжерлік пәндер» кафедрасы | 044-76-11 |
| «Химия-технологиялық процесстерді модельдеу» пәнібойынша әдістемелік нұсқаулар | Стр. 1 из 71 |

Статистикалық гипотезаларды тексеру. Статистикалық гипотеза ұғымы кездейсоқ шаманың таралу түрі немесе оның таралуының кейбір параметрі жөніндегі болжамды білдіреді. Гипотезаны тексеру берілген таңдама (выборка) бойынша есептелген белгілі бір статистикалық көрсеткішті (маңыздылық критерийін) тексерілетін гипотеза дұрыс деген шарт бойынша теориялық түрде табылған маңыздылық критериймен салыстыруда.

| | | |
|--|--|---|
| ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ |  SKMA 1979 | SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казакстанская медицинская академия» |
| «Инжерлік пәндер» кафедрасы | | 044-76-11 |
| «Химия-технологиялық процесстерді модельдеу» пәнібойынша әдістемелік нұсқаулар | | Стр. 1 из 71 |

1) $M_x = C$ деген гипотезаны тексеруде критерий ретінде мынадай шаманы пайдаланады:

$$t = (\bar{X} - C) \cdot \sqrt{n} / \sigma_x \quad (3.9)$$

Гипотеза дұрыс деген шартта бұл шама еркіндік дәрежелері $v=n-1$ болатын Стьюденттің t -таралуына ие. Егер (3.9) қатынасы бойынша есептелген t мәнінің абсолют шамасы маңыздық деңгейі α және еркіндік дәрежелер саны v болғандағы t -таралу кестесі бойынша табылған критикалық $t_{кр}=t(\alpha, v)$ мәнінен аспаса, онда $M_x=C$ гипотезасы қабылданады, керісінше жағдайда ол қабылданбайды.

2) X және Y кездейсоқ шамалардың көлемдері n_1 және n_2 болатын екі таңдамалар бойынша есептелген **екі математикалық күтімдердің бір біріне тең $M_x=M_y$ екендігі жөніндегі гипотезаны тексеруді** келесі критерий бойынша жүргізеді:

$$t = (\bar{X} - \bar{Y}) / \sqrt{\sigma_{x,y}} \quad (3.10)$$

$$\sigma_{x,y} = \sqrt{\frac{(n_1 + n_2) \cdot [(n_1 - 1) \cdot \sigma_x^2 + (n_2 - 1) \cdot \sigma_y^2]}{n_1 \cdot n_2 \cdot (n_1 + n_2 - 2)}}$$

t критерийі еркіндік дәрежелер саны $v=n_1+n_2-2$ болатын Стьюденттің t -таралуына ие. Гипотезаны алдыңғы жағдайдағыдай тексереді, демек $|t| \leq t_{кр}$ болғанда гипотеза қабылданады, ал $|t| > t_{кр}$ қабылданбайды.

3) σ_x^2 және σ_y^2 бағалары көлемдері n_1 және n_2 болатын екі таңдамалар бойынша

анықталған X пен Y екі кездейсоқ шамалар дисперсияларының тең болуы жөніндегі **гипотезаны тексеруді** еркіндік дәрежелері алымы үшін $v_1=n_1-1$ және бөлімі үшін $v_2=n_2-1$ болатын Фишер таралуына ие:

$$F = \sigma_x^2 / \sigma_y^2, \quad (3.11)$$

критерийін пайдаланып іске асырады.

(3.11) критерийі бойынша алынған мәнді критикалық $F_{кр}=F(\alpha, v_1, v_2)$ мәнімен салыстырады. Егер $F < F_{кр}$ онда нольдік гипотезаны қабылдамауға негіз жоқ, керісінше жағдайда генеральдық жиынтықта $\sigma_x^2 > \sigma_y^2$ деп қабылдаймыз.

4) **Екі кездейсоқ шамалардың арасында корреляцияның жоқ екендігі жөнінде гипотезаны тексеруде** келесі қатынасты пайдаланады:

$$t = R_{XY} / \sigma_R, \quad (3.12)$$

бұл жерде: R_{XY} - (3.3) бойынша табылған корреляцияның бағасы,

$$\sigma_R^2 = [(1 - R_{XY}^2) / (n - 2)]$$

t шамасы еркіндік дәрежелері $v=n-2$ болатын Стьюденттің t -таралуына ие. Егер (3.12) қатынасы бойынша есептелген t мәні абсолюттік шамасы бойынша маңыздықтың α деңгейінде және еркіндік дәрежелердің v санында t -таралу кестесі бойынша табылған критикалық $t_{кр}=t(\alpha, v)$ мәннен аспаса, онда генеральдық жиынтықта корреляцияның болмауы жөніндегі гипотезаны қабылдамауға негіз жоқ, керісінше жағдайда X пен Y шамаларының арасында корреляция бар деп қабылдаймыз.

Білім берудің және оқытудың әдістері: Бақылау сұрақтар мен жүргізілген жұмыс туралы әзірленген есеп бойынша ауызша сұрау. Жұмысты өзіндік орындау

Жұмысты орындау реті

- 1) ЛАБЗ бағдарламасын іске қосып, сынақ кітапшаның нөмірі бойынша тіркеліңіз.
- 2) Зерттелетін QA және Y кездейсоқ шамаларын таідап алыңыз.

| | |
|--|---|
| ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ |  SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казакстанская медицинская академия» |
| «Инжерлік пәндер» кафедрасы | 044-76-11 |
| «Химия-технологиялық процесстерді модельдеу» пәнібойынша әдістемелік нұсқаулар | Стр. 1 из 71 |

- 3) Екі кездейсоқ шамалардың (12-18 значений) көрсеткіштерін тіркеңіз.
- 4) Қолмен немесе MsExcel не Mathcad жүйелерін пайдаланып қажетті барлық есептеулерді орындаңыз.
- 5) Осыған ұқсама көрсеткіштерді QV және Y кездейсоқ шамалар үшін алыңыз.
- 6) Қолмен немесе MsExcel не Mathcad жүйелерін пайдаланып қажетті барлық есептеулерді орындаңыз.
- 7) Оқытушы ұсынған жұмысты орындау бақылау мысалды қолданыңыз.

Әдебиет:

негізгі:

1. Ахназарова С.Л., Кафаров В.В. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии: Учебное пособие для вузов. - 2-е изд., перераб. и дополненное. -М.: Высшая школа, 1985. -327с.
2. Инков А.М. Моделирование и идентификация объектов управления. Методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов спец. 050702. Шымкент, ЮКГУ, 2010 г., -78 с.

қосымша:

3. Практикум по автоматике и системам управления производственными процессами: учеб. пособие для вузов /под ред. И.М.Масленникова. -М.: Химия, 1986. -336с.
4. Построение математических моделей химико-технологических процессов. Под ред. Дудникова Е.Г. - Л.: Химия, 1970. –312 с.
5. Райбман Н.С., Чадеев В.М. Построение моделей производства. - М.: Энергия, 1975.

Бақылау (сұрақтар, тесттер, тапсырмалар және т.б.)

- 1) Кездейсоқ шама дегеніміз не?
- 2) Кездейсоқ шамалардың түрлері?
- 3) Генеральды жиынтық (совокупность) дегеніміз не?
- 4) Кездейсоқ таңдама (выборка) дегеніміз не?
- 5) Қандай таңдама репрезентативтік деп аталады?
- 6) Кездейсоқ шаманың таралу заңы, таралу функциясы және таралу тығыздығы деп нені атаймыз?
- 7) Математикалық күтім дегеніміз не және ол нені сипаттайды?
- 8) Дисперсия дегеніміз не және ол нені сипаттайды?
- 9) Орташа квадратты ауытқу (стандарт) дегеніміз не және ол нені сипаттайды?
- 10) Корреляцияның коэффициенті дегеніміз не және ол нені сипаттайды?
- 11) Кездейсоқ шаманың қандай бағасы бақуатты (состоятельная), жылжымаған болып табылады?
- 12) Сенімді ықтималдық, маңыздылық деңгейі дегеніміз не?
- 13) Еркіндік дәрежесі дегеніміз не және ол қалай анықталады?
- 14) Сенімді аралық, сенімді шекаралар дегеніміз не?
- 15) Математикалық күтім үшін сенімді аралық қалай анықталады?
- 16) Дисперсия үшін сенімді аралық қалай анықталады?
- 17) Статистикалық гипотеза дегеніміз не?
- 18) Математикалық күтімнің С санына тең болуы жөніндегі гипотеза.
- 19) Екі кездейсоқ шамалардың математикалық күтімдерінің бір біріне тең болуы жөніндегі гипотеза.

- 20) Екі кездейсоқ шамалардың дисперсияларының бір біріне тең болуы жөніндегі гипотеза.
- 21) Екі кездейсоқ шамалар арасында корреляцияның жоқ болуы жөніндегі гипотеза.

Тақырыб 4,5 : Регрессиялық модельдің параметрлерін анықтау. Белсенді эксперименттің деректері бойынша басқару объектінің статикалық модельдерін құру (экспериментті жоспарлау әдістері), 2-ші дәрежелі ортогоналды жоспар.

Мақсаты: Жұмыстың мақсаты эксперименттерді жоспарлауды пайдаланып, белсенді эксперимент әдістері арқылы регрессиялық модельдің параметрлерін анықтау болып табылады. Студент «Регрессиялық модельдің параметрлерін анықтау. Белсенді эксперименттің деректері бойынша басқару объектінің статикасының модельдерін құру (экспериментті жоспарлау әдістері)» тақырыбын оқу барысында алған білімдерін пайдалана білуі керек.

Оқыту мақсаты:

Студент білуге тиіс:

- белсенді эксперимент әдістерін;
- регрессиялық модельді;
- экспериментті жоспарлау әдістерін.

Студент істей алуға тиіс:

- экспериментті жоспарлауды жүргізу;
- регрессиялық модельдің параметрлерін анықтау;
- басқару объектінің статикасының модельдерін құру.

Тақырыптың негізгі сұрақтары:

Базалық

- критикалық мәндер;
- Кохрен критерийі;
- Фишер критерийі.

Негізгі

- жоспарлау матрицасы;
- адекваттылық дисперсиясы.

Теориялық негіздері

Жоспарлау матрицасындағы әр тәжірибе m рет қайталанылатын жоспарланған экспериментті дисперсиялық және регрессиялық талдау сұлбасының жалпы түрі келесі:

Сызықты жоспар 2^k

Эксперименттің жоспары 4.1 кестеде келтірілген.

Кесте. 4.1

| Тәжірибе № | x_0 | x_1 | x_2 | ... | x_k | Y | Y | σ_Y^2 |
|------------|-------|-------|-------|-----|-------|---------------------------------|-------|--------------|
| 1 | +1 | +1 | -1 | . | +1 | $y_{11}, y_{12}, \dots, y_{1m}$ | y_1 | σ_1^2 |
| 2 | +1 | -1 | -1 | . | +1 | $y_{21}, y_{22}, \dots, y_{2m}$ | y_2 | σ_2^2 |
| 3 | +1 | +1 | +1 | . | +1 | $y_{31}, y_{32}, \dots, y_{3m}$ | y_3 | σ_3^2 |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| N | +1 | -1 | +1 | . | -1 | $y_{N1}, y_{N2}, \dots, y_{Nm}$ | y_4 | σ_N^2 |

- 1) Қажетті эксперименттер жүргізіледі.

2) Кохрен критеріі бойынша таңдама дисперсиялардың біртектілігі тексеріледі. Ол үшін максималды дисперсияның барлық дисперсиялардың қосындысына қатынас құрастырылады:

$$G = \frac{\sigma_{\text{MAX}}^2}{\sum_{i=1}^N \sigma_i^2}$$

Пайда болған қатынасты кестелік мәнбен салыстырады: $G_{\text{кр}} = G(\alpha, f_1, f_2)$, бұл жерде: $\alpha = 0.05$, $f_1 = m - 1$, $f_2 = N$. Егер $G < G_{\text{кр}}$ болса, онда дисперсиялар біртекті.

Онда ұдайы өндірілудің (воспроизводимость) дисперсиясы ретінде еркіндік дәрежелер саны $f_{\text{ВОС}} = N(m-1)$ болатын орташа дисперсиясын алуға болады:

$$\sigma_{\text{ai.}}^2 = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^N \sigma_i^2 \quad (4.3)$$

3) Регрессия теңдеуінің коэффициенттері келесі формула бойынша анықталады:

$$b_j = \frac{\sum_{i=1}^n X_{ji} \cdot \bar{Y}_i}{N} \quad (4.4)$$

4) Коэффициенттердің дисперсиясы келесідей анықталады:

$$\sigma_{b_j}^2 = \sigma_{\text{ВОС}}^2 / (N \cdot m) \quad (4.5)$$

5) Коэффициенттердің мағыналығы Стьюдент критеріі бойынша тексеріледі. Регрессия теңдеуінің барлық коэффициенттері үшін t-қатынасы құрастырылады:

$$t_j = |b_j| / \sqrt{\sigma_{b_j}} \quad (4.6),$$

оны мағыналық деңгейі $\sigma = 0.05$ және еркіндік дәрежелер саны $f = N(m-1)$ үшін кестелік $t_{\text{кр}} = t(\alpha, f)$ мен салыстырады. Егер $t_j < t_{\text{кр}}$ болса, онда сәйкесінші b_j коэффициенті мағынасыз ретінде регрессия теңдеуінен алып тасталады.

6) Регрессия теңдеуінің экспериментке адекватты болуы Фишер критеріі бойынша тексеріледі. Дисперсияны тексеру үшін дисперсиялық қатынас құрастырылады:

$$F = \sigma_{\text{АД}}^2 / \sigma_{\text{ВОС}}^2,$$

бұл жерде: $\sigma_{\text{АД}}^2$ – адекваттылық дисперсиясы, ол келесі формула бойынша анықталады:

$$m \cdot \sum_{i=1}^N (\bar{Y}_i - \tilde{Y}_i)^2 \quad (4.7)$$

$$\sigma_{\text{АД}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (\bar{Y}_i - \tilde{Y}_i)^2}{N - l}$$

l - Регрессия теңдеуінің мағыналы коэффициенттерінің саны.

Егер пайда болған дисперсиялық қатынас кестелік $F_{кр} = F(\alpha, f_{ад}, f_{вос})$ ($\alpha = 0.05, f_{ад} = N - 1, f_{вос} = N(m-1)$) аз болса, онда теңдеу экспериментке адекватты, керісінше жағдайда экспериментті адекватты сипаттау үшін аппроксимациялаушы полиномның ретін жоғарылату керек.

2 ретті ортогональды жоспар

Кесте. 4.2.

| Тәжірибе № | x0 | x1 | x2 | . | xk | x1' | x2' | . | xk' | Y | Y | σ_Y^2 |
|------------|----|----|----|---|----|------|------|---|------|-----------------|----|--------------|
| 1 | +1 | +1 | -1 | . | +1 | x11' | x21' | . | xk1' | y11,y12,...,y1m | y1 | σ_1^2 |
| 2 | +1 | -1 | -1 | . | +1 | x12' | x22' | . | xk2' | y21,y22,...,y2m | y2 | σ_2^2 |
| 3 | +1 | +1 | +1 | . | +1 | x13' | x23' | . | xk3' | y31,y32,,y3m | y3 | σ_3^2 |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | - |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | - |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | - |

| | | | | | | | | | | | | |
|---------|----|----|----|---|----|------|------|---|------|--------------|----|--------------|
| N | +1 | -1 | +1 | . | -1 | x1N' | x2N' | . | xkN' | yN1,yN2,,yNm | yN | σ_N^2 |
| N+1 | +a | 0 | 0 | . | 0 | . | . | . | . | . | . | - |
| N+2 | -a | 0 | 0 | . | 0 | . | . | . | . | . | . | - |
| N+3 | 0 | +a | 0 | . | 0 | . | . | . | . | . | . | - |
| N+4 | 0 | -a | 0 | . | 0 | . | . | . | . | . | . | - |
| N+5 | 0 | 0 | +a | . | 0 | . | . | . | . | . | . | - |
| N+6 | 0 | 0 | -a | . | 0 | . | . | . | . | . | . | - |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | - |
| . | 0 | 0 | 0 | 0 | +a | . | . | . | . | . | . | - |
| N+2·k | 0 | 0 | 0 | 0 | -a | . | . | . | . | . | . | - |
| N+2·k+1 | 0 | 0 | 0 | | 0 | x1n' | x2n' | . | x3n' | yn1,yn2,,ynm | yn | σ_n^2 |

Тәжірибе саны $2^k + 2 \cdot k + 1$ ретінде анықталады.

Жоспардың негізін сызықтық 2^k (жолдары 1 ден N дейін) жоспары құрайды. Сонымен қатар, тәжірибелер жұлдыздық нүктелер мен (жолдар N+1 ден N+2·k дейін) жоспардың орталығында (N+2·k+1 жолы) жүргізіледі.

X_j' бағандары келесі формула бойынша анықталады:

$$x_j = x_j^2 - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ji}^2 \quad (4.8)$$

1) Өлшенетін шаманың орташа мәні мен дисперсиясы (4.1), (4.2) формулалары бойынша анықталады.

2) Кохрен критеріі бойынша таңдамалы дисперсиялардың біртектілігі тексеріледі. Ұдайы өндірілу дисперсиясы (4.3) бойынша есептеледі.

3) Регрессия теңдеуінің коэффициенттері келесі формула бойынша анықталады:

$$b_j = \frac{\sum_{i=1}^n x_{ji} \cdot \bar{Y}_i}{\sum_{i=1}^n x_{ji}^2} \quad (4.9)$$

4) Коэффициенттердің дисперсиясы келесідей анықталады:

| | |
|--|---|
| ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ |  SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия» |
| «Инжерлік пәндер» кафедрасы | 044-76-11 |
| «Химия-технологиялық процесстерді модельдеу» пәнібойынша әдістемелік нұсқаулар | Стр. 1 из 71 |

$$\sigma_{Bj}^2 = \frac{\sigma_{\beta_m}^2}{m \cdot \sum_{j=1}^n X_{ji}^2} \quad (4.10)$$

| | |
|--|--|
| ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ |  SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия» |
| «Инжерлік пәндер» кафедрасы | 044-76-11 |
| «Химия-технологиялық процесстерді модельдеу» пәнібойынша әдістемелік нұсқаулар | Стр. 1 из 71 |

5) Коэффициенттерді мағыналыққа тексеру әдістемесі жоғарыда көрсетілген (4.6 формуласын көр).

6) Регрессия теңдеуінің экспериментке адекватты болуын тексеру жоғарыда көрсетілген (4.7 формуласын көр).

Білім берудің және оқытудың әдістері: Бақылау сұрақтар мен жүргізілген жұмыс туралы әзірленген есеп бойынша ауызша сұрау. Жұмысты өзіндік орындау

Жұмысты орындау реті

- 1) Экспериментті өткізу жоспарын құрыңыз.
- 2) ЛАБ4 бағдарламасын іске қосып, сынақ кітапшаңыздың нөмірі бойынша тіркеліңіз.
- 3) Экспериментті жоспарлау матрицаның ағымдағы қатарына сәйкес (T,Q,F) кіріс параметрлердің мәндерін енгізіп, қайталанылатын 3 тәжірибені орындаңыз. Орындау барысында шығыс Y шаманың мәндерін тіркеуді ұмытпаңыз.
- 4) Қолмен немесе MsExcel не Mathcad жүйелерін пайдаланып қажетті барлық есептеулерді орындаңыз.
- 5) Экспериментті жоспарлау матрицаның әр қатары үшін тәжірибелерді қайталаңыз.
- 6) Қолмен немесе MsExcel не Mathcad жүйелерін пайдаланып қажетті барлық есептеулерді орындаңыз.
- 7) ЛАБ4А бағдарламасын іске қосып экранға шығатын нұсқауларды пайдаланып жұмысты орындаңыз.
- 8) Оқытушы ұсынған жұмысты орындау бақылау мысалды қолданыңыз.

Әдебиет:

негізгі:

1. Ахназарова С.Л., Кафаров В.В. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии: Учебное пособие для вузов. - 2-е изд., перераб. и дополненное. -М.: Высшая школа, 1985. -327с.
2. Инков А.М. Моделирование и идентификация объектов управления. Методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов спец. 050702. Шымкент, ЮКГУ, 2010 г., -78 с.

қосымша:


3. Практикум по автоматике и системам управления производственными процессами: учеб. пособие для вузов /под ред. И.М.Масленникова. -М.: Химия, 1986. -336с.
4. Построение математических моделей химико-технологических процессов. Под ред. Дудникова Е.Г. - Л.: Химия, 1970. -312 с.
5. Райбман Н.С., Чадеев В.М. Построение моделей производства. - М.: Энергия, 1975.

Бақылау (сұрақтар, тесттер, тапсырмалар және т.б.)

- 1) Белсенді және белсенді емес эксперимент. Олардың айырмашылықтары?
- 2) Көпфакторлы эксперимент дегеніміз не?
- 3) Регрессия теңдеуі дегеніміз не?
- 4) Толық факторлық эксперимент дегеніміз не?
- 5) Деңгей және фактор деп нені түсінеміз?
- 6) Экспериментті жоспарлау матрицасы қалай қалыптастырылады?
- 7) Экспериментті жоспарлау матрицасында өлшемсіз түрге өту қалай іске асырылады?
- 8) Дисперсияны біртектілікке тексерудің мағынасы неде?
- 9) Регрессия теңдеуінің коэффициенттері қалай анықталады?

| | | |
|---|---|--|
| ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ |  SKMA -1979- | SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия» |
| «Инжерлік пәндер» кафедрасы | | 044-76-11 |
| «Химия-технологиялық процесстерді модельдеу» пәнібойынша әдістемелік нұсқаулар | | Стр. 1 из 71 |

- 10) Коэффициенттердің мағыналығы қалай анықталады?
- 11) Регрессия теңдеуінің адекваттылығы қалай тексеріледі?
- 12) 2-ші ретті ортогональдық жоспар дегеніміз не?
- 13) 2-ші ретті жоспарлар қай кезде пайдаланылады?
- 14) Жұлдыздық иіқтың "а" мәні қалай анықталады?
- 15) Экспериментті жоспарлау матрицасында бейсызықты мүшелерінде бағандар қалай қалыптастырылады?
- 16) Фишер критеріі не үшін қолданылады, Фишердің таралу квантильдері қалай анықталады?

| | | |
|--|---|--------------|
| ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ |  SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия» | |
| «Инжерлік пәндер» кафедрасы | | 044-76-11 |
| «Химия-технологиялық процесстерді модельдеу» пәнібойынша әдістемелік нұсқаулар | | Стр. 1 из 71 |

- 17) Стьюдент критері не үшін қолданылады, Стьюденттің таралу квантильдері қалай анықталады?
- 18) Бөлшекті реплика дегеніміз не?

| | |
|--|--|
| ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA АКАДЕМИЯСЫ «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ |  SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия» |
| «Инженерлік пәндер» кафедрасы | 044-76-11 |
| «Химия-технологиялық процесстерді модельдеу» пәнібойынша әдістемелік нұсқаулар | Стр. 1 из 71 |

Тақырыб 6: Объектін динамикалық сипаттамаларын идентификациялау

Мақсаты: Қыздырылатын судың температурасын тұрақты ұстау – объектін жұмыс істеу мақсаты.

Оқыту мақсаты:

Студент білуге тиіс:

- басқару әсер (кіріс)-бу шығыны;
- реттелетін параметр (шығыс)-ыстық судың температурасы;
- аралық (қосымша) ережелік параметр – бу шығыны;
- қоздыру – мұздай судың шығыны.

Студент істей алуға тиіс:

- получена кривая разгона по каналу «Реттеу органның қоздыруы, $\Delta U(\%)$ -Бу шығыны, $F(\text{м}^3/\text{ч})$ » канал бойынша үдеу қисығын алу;
- беріліс функцияны тұрғызу;
- Лаплас түрлендіруді жүргізу.

Тақырыптың негізгі сұрақтары:

Базалық

- үдеу қисығы;
- беріліс функция;
- модель адекваттылығы.

Негізгі

- уақыт тұрақтылығы;
- таза кешігу уақыты;
- күшейту коэффициенті.

Теориялық негіздері

Аудандар әдісі басқару объектілерінің динамикалық сипаттамаларын идентификациялаудың инженерлік әдістерінің бірі болып табылады. Бұл әдіс ЭЕМде іске асыру мен қатар қолмен есептеуге де ыңғайлы және тәжірибеде қанағаттанарлық дәлділікке ие.

Әдіс басқару үрдісінен тыс идентификациялауды жобалайды, себебі ол БАЗ-ды кәдімгі пайдалану барысындағы өлшеу нәтижелерін қолданбайды, объекттің кірісіндегі сатылы әсерге объекттің қайтаратын жауабы қисығын алу үшін арнайы эксперименттерді өткізу қажет. Осы экспериментте алынған үдеу (разгон) қисығы бойынша келесі түрдегі беріліс функцияның коэффициенттері анықталады:

$$W(p) = C * W^* * e^{-pT_3} \quad (5.1)$$

бұл жерде:

$$b_1 + \sum_{i=1}^M b_{i+1} p^i$$

$$W^* = \frac{i=1}{a_1 + \sum_{i=1}^N a_{i+1} p^i} \quad M \leq N \quad (5.2)$$

Өзін өзі теңестіретін объектін күшейту коэффициенті келесі формула бойынша есептеледі:

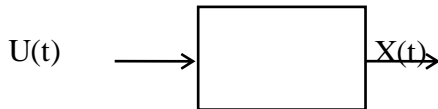
$$C = \frac{X_k}{\Delta U} \quad (5.3)$$

Әдіс өзін өзі теңестірмейтін объектіге де қолданылуы мүмкін.

Таза кешігу уақыты τ_3 әсерді тигізу мерзімнен бастап объектің шығысында реакция пайда болғанға дейін өткен уақыт ретінде үдеу қисығының графигінен анықталады.

Аудандар әдісі (5.1)-ге енетін a_i, b_i, M, N коэффициенттерін анықтауға мүмкіндік береді.

Бір кірісі мен бір шығысы бар құрылымдық сұлбасының түрі:



болатын стационарлы сызықты объектің математикалық моделін анықтау үшін аудандар әдісін қолдануды қарастырайық.

На рисунке 5.1 суретінде эксперименттің нәтижесінде алынған үдеу қисығы көрсетілген.

Өңдеу үшін уақыт бойынша Δt қадамымен берілетін шығыстағы X_i дискретті мәндермен бейнеленген $t = \tau_3$ уақыт мерзімінен басталған үдеу қисығының бір бөлігі пайдаланылады.

$t = \tau_3$ нүктесі координаттардың жаңа басы ретінде қабылданады.

Есептеулерде нормалданған түрдегі үдеу қисығы пайдаланылады, ол бастапқы формуладан келесі формула бойынша пайда болады:

$$Z_i = 1 - X_i / X_k \quad (5.4)$$

Аудандар әдісінің мағынасы $(W^*)^{-1}$ функциясын p дәрежелері бойынша қысқартылған (усеченный) қатарға жіктеуге келтіріледі, яғни келесі жіктеуге:

$$\overline{W^*(p)}^{-1} = \frac{1}{\sum_{i=1}^N F_i p^i} = 1 + \sum_{i=1}^N F_i p^i \quad (5.5)$$

(5)-ке кіретін интегралдық F_i аудандары келесі формулалар бойынша есептеледі:

$$F_1 = \int_0^{\infty} Z(t) dt \quad (5.6)$$

$$F_2 = \int_0^{\infty} \int_0^t Z(t) dt^2 = F_1^2 \int_0^{\infty} Z(t)(1 - \theta) d\theta \quad (5.7)$$

$$\int_0^{\infty} \int_0^t \int_0^t Z(t) dt^3 = F_1^3 \int_0^{\infty} Z(t)(1 - 2\theta + \frac{\theta^2}{2}) d\theta \quad (5.8)$$

Величины F_i шамалары сандық интегралдау әдістерімен анықталады. Мысалы, егер трапециялар әдісін пайдалансақ, онда:

$$F_1 = \Delta t (S_1 - 0.5) \quad (5.9)$$

$$F_2 = F_1 \Delta t (S_2 - 0.5) \quad (5.10)$$

$$F_3 = F_1^2 \Delta t (S_3 - 0.5) \quad (5.11)$$

$$\dots \dots \dots \quad (5.12)$$

$$F_i = F_1^{i-1} \Delta t (S_i - 0.5)$$

бұл жерде :

$$S_1 = \sum_{i=1}^k Z_i \quad (5.13)$$

$$S_2 = \sum_{i=1}^k Z_i (1 - \theta_i) \quad (5.14)$$

$$S_3 = \sum_{i=1}^k Z_i (1 - 2\theta_i + \frac{\theta_i^2}{2}) \quad (5.15)$$

$$S_4 = \sum_{i=1}^k Z_i (\frac{F_3}{F_1^3} - \frac{F_2}{F_1^2} \theta_i + \frac{\theta_i^2}{2!} - \frac{\theta_i^3}{3!}) \quad (5.16)$$

$$S_1 = \sum_{i=1}^k Z_i (\frac{-\theta^{l-1}}{(l-1)!} + \frac{-\theta^{l-2}}{(l-2)!} + \sum_{j=0}^l \frac{F_{l-j-1}(-\theta^j)}{F_1^{l-j-1} j!}) \quad (5.17)$$

$$\theta_i = t_i / F_1 \quad (5.18)$$

Сонымен Z_1, Z_2, Z_k мәндеріне ие болдық, F_1 –ды есептеу қиын емес.

Беріліс функцияның N ретін келесі шарттан анықтауға болады: егер $F_{i-1} = 0$ –ге қарағанда F_i аз болса, немесе егер $F_i < 0$, онда $N=i-1$.

M шамасы келесі шарттарда анықталады:

Егер $X(0)=0$, ал $X'(0) \neq 0$, онда $M=N-1$

Егер $X(0)=X'(0)=0$, онда $M \leq N-2$

Егер $X(0)=X'(0)=X''(0)$, онда $b_2=b_3=b_4=\dots=0$

b_i және a_i коэффициенттердің мәндері келесі теңдеулер жүйесін шешу арқылы табылады:

$$a_1=1; b_1=1$$

$$a_2=F_1+b_2$$

$$a_3=F_2+b_3+b_2F_1$$

$$a_4=F_3+b_4+b_3F_1+b_2F_2 \quad (5.19)$$

.....

$$a_l = F_{l-1} + b_l + \sum_{j=2}^{l-1} b_j F_{l-j}$$

Бұл жүйеде $j > N+1$ жән $j > M+1$ болғанда әр a_i немесе b_i орнына нольдерді қойып шығып, a_i және b_i қатысты шешу керек.

Қолмен есептеу барысында әдетте F_1, F_2, F_3 есептеумен шектеліп, егер $F_3 < 0$, немесе егер $X'(0) \neq 0$, онда $M=1, N=2$ деп қабылдайды, демек $W^*(p)$ беріліс функцияның түрі:

$$W^*(p) = \frac{b_1 + b_2 p}{a_1 + a_2 p + a_3 p^2} \quad \dots \quad (5.20)$$

бұл жерде:

$$b_1=1; b_2=-F_3/F_2; a_1=1$$

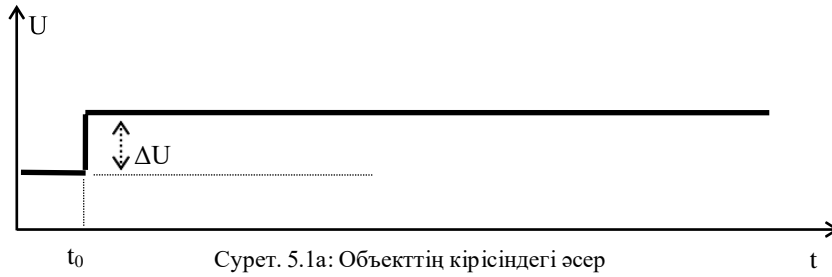
$$a_2=F_1+b_2; a_3=F_2+b_2F_1 \quad (5.21)$$

ал егер $X'(0)=0$ және $F_3 > 0$, онда $M=0, N=3$, ал беріліс функцияның түрі:

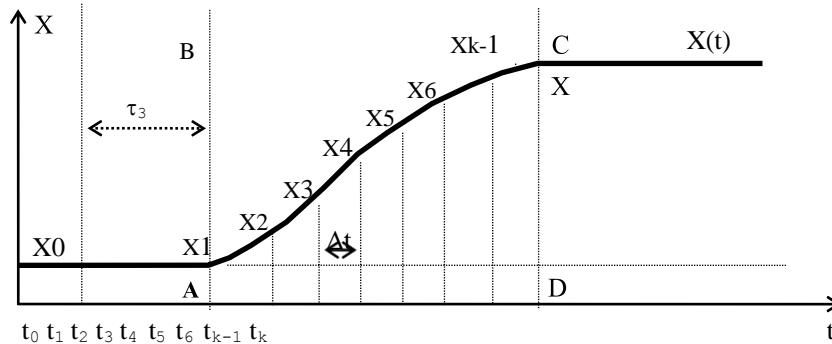
$$W^*(p) = \frac{1}{a_1 + a_2 p + a_3 p^2 + a_4 p^3} \quad (5.22)$$

бұл жерде :

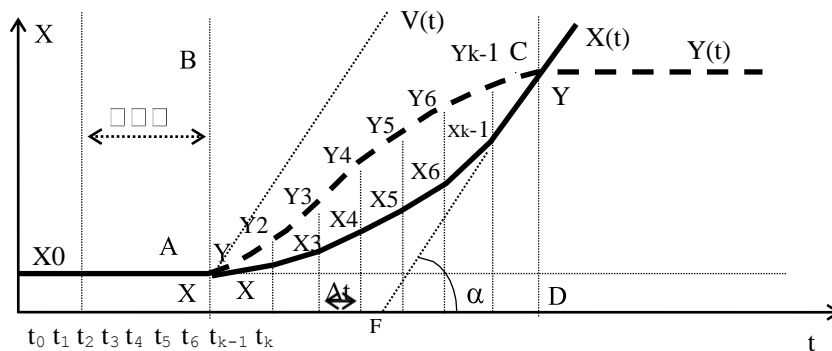
$$b_1=1; a_1=1; a_2=F_1; a_3=F_2; a_4=F_3 \quad (5.23)$$



Сурет. 5.1а: Объектің кірісіндегі әсер



Сур. 5.1б: Өзін-өзі теңестіретін объектің үдеу қисығы



Сур.5.1в: Өзін-өзі теңестірмейтін объектің үдеу қисығы

Қолмен есептеуде нәтижелерді кестеге түсірген ыңғайлы:

Кесте 5.1.

| t_i | X_i | Z_i | θ_i | $1-\theta_i$ | $Z_i(1-\theta_i)$ | $1-2\theta_i + \square \theta_i^2/2$ | $Z_i(1-2\theta_i + \square \theta_i^2/2)$ |
|-------|-------|-------|------------|--------------|-------------------|--------------------------------------|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |

Бұл кесте К қатарды қамтиды. Бірінші екі бағана бастапқы деректерді – уақыт нүктелері мен шығыстағы мәндерді қамтиды. 4 бағандағы сандардың қосындысы S_1 мәнін, 6 бағанның қосындысы - S_2 , 8 бағанның қосындысы - S_3 береді.

Білім берудің және оқытудың әдістері: Бақылау сұрақтар мен жүргізілген жұмыс туралы әзірленген есеп бойынша ауызша сұрау. Жұмысты өзіндік орындау

Жұмысты орындау реті

1. ЛАБ5 бағдарламасын іске қосып, сынақ кітапшаңыздың нөмірі бойынша тіркеліңіз.
2. Кірістегі әсер тигізу және возмущение арнасын таңдаймыз.
3. Үдеу қисығын алу бойынша экспериментті жүргіземіз.
4. Уақыттың мерзімінен бастап $t=t_k$ дейін үдеу қисығының 15-20 дан кем емес бірдей бөліктерге бөлеміз. Одан кейін $t=t_3$ уақыт мерзімін есептеудің басы ретінде

| | | |
|---|---|--|
| ОНТҮСТІК-ҚАЗАҚСТАН MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ |  SKMA -1979- | SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казакстанская медицинская академия» |
| «Инжерлік пәндер» кафедрасы | | 044-76-11 |
| «Химия-технологиялық процесстерді модельдеу» пәнібойынша әдістемелік нұсқаулар | | Стр. 1 из 71 |

қабылдайды, демек $t=0$ нүктесі ретінде. Бөлудің Δt қадамы оның аралығында $X(t)$

қисығы түзуден шамалы ауытқитындай болатын етіп таңдап алынады. Өлшеудің жеткілікті дәлділігін қамтамасыз ету үшін 5.16 суреттегі ABCD тіктөртбұрыштың ішінде жататын қисықтың бөлігі A4 форматты миллиметрлік қағазда сызылады.

5. Қолмен немесе MsExcel не Mathcad жүйелерін пайдаланып қажетті барлық есептеулерді орындаңыз.
6. 1-ші кестенің 1-ші және 2-ші бағандарын толтырамыз. $t_1=0$ және $X_1=0$ болатындығына назар аударамыз.
7. (5.4) формуласын қолданып, 3-ші бағанды толтырамыз.
8. 3-ші бағанның қосындысы ретінде S_1 -ді анықтаймыз.
9. (5.9) формуласы бойынша F_1 -ді анықтаймыз.
- 10.(5.18) формуласын қолданып, 4-ші бағанды толтырамыз.
11. 5 пен 6-шы бағандарды толтырамыз.
- 12.6-ші бағанның қосындысы ретінде S_2 -ні анықтаймыз.
- 13.(5.10) формуласы бойынша F_2 -ні есептейміз.
- 14.7, 8 бағандарын толтырамыз.
- 15.8-ші бағанның қосындысы ретінде S_3 -ті анықтаймыз.
- 16.(5.11) формула бойынша F_3 -ті есептейміз.
- 17.Жоғарыда келтірілген шарттарға сәйкес беріліс функцияның түрі мен коэффициенттердің мәндерін анықтаймыз.
18. C , τ_3 мәндерін анықтаймыз.
- 19.Барлық сандық мәндерін қойып, беріліс функцияның мәнін өлшемсіз (5.1) түрінде жазамыз.
- 20.Пайда болған мадемадикалық модельдің адекваттылығын тексереміз. Егер пайда болған беріліс функция объекттің динамикасын аппроксимациялаудың талапқа сай дәлділігін қамтамасыз етпесе, онда келесі әрекеттерді орындау керек:
 - a) алдыңғы есептеулердің нәтижелерін тексеру;
 - b) егер қателер байқалмаса, онда есептелетін F_1 -дің санын үлкейтіп, адекваттылықты қайта тексеру.
 - c) Егер талап етілетін дәлдік қамтамасыз етілмесе, онда аппроксимациялаудың басқа әдісін қолдану.
- 21.ЛАБ5 бағдарламасын іске қосып, сынақ кітапшаңыздың нөмірі бойынша тіркеліңіз..
- 22.Кірістегі әсер тигізу мен возмущениенің басқа арнасын таңдаймыз.
- 23.Жоғарыда сипатталған барлық әрекеттерді қайталаймыз.
- 24.Қолмен немесе MsExcel не Mathcad жүйелерін пайдаланып қажетті барлық есептеулерді орындаңыз
25. Оқытушы ұсынған жұмысты орындау бақылау мысалды қолданыңыз.

Әдебиет:

негізгі:

1. Ахназарова С.Л., Кафаров В.В. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии: Учебное пособие для вузов. - 2-е изд., перераб. и дополненное. -М.: Высшая школа, 1985. -327с.
2. Инков А.М. Моделирование и идентификация объектов управления. Методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов спец. 050702. Шымкент, ЮКГУ, 2010 г., -78 с.

қосымша:

| | | |
|--|--|---|
| ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ |  SKMA 1979 | SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия» |
| «Инжерлік пәндер» кафедрасы | | 044-76-11 |
| «Химия-технологиялық процесстерді модельдеу» пәнібойынша әдістемелік нұсқаулар | | Стр. 1 из 71 |

3. Практикум по автоматике и системам управления производственными процессами: учеб. пособие для вузов /под ред. И.М.Масленникова. -М.: Химия, 1986. -336с.
4. Построение математических моделей химико-технологических процессов. Под ред. Дудникова Е.Г. - Л.: Химия, 1970. –312 с.
5. Райбман Н.С., Чадеев В.М. Построение моделей производства. - М.: Энергия, 1975.

Бақылау (сұрақтар, тесттер, тапсырмалар және т.б.)

- 1) Келесі ұғымдардың анықтамасын беріңіз:
 - үдеу қисығы (кривая разгона);
 - беріліс функция;
 - өзін-өзі теңестіру (самовыравнивание);
 - күшейту коэффициенті;
 - таза кешізу уақыты;
 - математикалық модель;
 - математикалық модельдің адекваттылығы;
- 2) Жүйенің тұрақтылығы (устойчивость) сипаттамалық теңдеу коэффициенттерінің таңбалары мен түбірлерімен қалай байланысты екендігін түсіндіріңіз.
Беріліс функцияның коэффициенттерін; Хэвисайд жіктеуін жазуда пайдаланылатын формулаларды жазыңыз;
- 3) өзін-өзі теңестіретін және теңестірмейтін объект үшін аудандар әдісі арқылы беріліс функцияның коэффициенттерін қолмен есептеу тәртібін айтыңыз

| | | |
|--|---|--------------|
| ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ |  SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия» | 044-76-11 |
| «Инжерлік пәндер» кафедрасы | | Стр. 1 из 71 |
| «Химия-технологиялық процесстерді модельдеу» пәнібойынша әдістемелік нұсқаулар | | |

Тақырыбы 7: ChemCad бағдарламасымен негізгі жұмыс істеу ережелері

Мақсаты: ChemCad бағдарламасының негізгі жұмыс істеу ережелерімен танысу

Оқыту мақсаты:

Студент білуге тиіс:

- ChemCad терезесінің құрылымын;
- бағдарламасының негізгі жұмыс істеу ережелерін

Студент істей алуға тиіс:

- бағдарламаға кіріп шығу;
- негізгі мәзірді қолдану;
- инструменттірдің панелін қолдану;
- «Негізгі графикалық палитра» панелін қолдану.

Тақырыптың негізгі сұрақтары:

Базалық

- математикалық модуль батырмалары;
- негезгі математикалық модульдер.

Негізгі

- дисциплинация үрдісін математикалық сипаттау үшін модуль;
- заттың қатты фазасымен үрдісін математикалық сипаттау үшін модуль;
- химиялық реакция үрдісін математикалық сипаттау үшін модуль;
- динамикалық үрдістерді математикалық сипаттау үшін модуль;
- әртүрлі модульдер.

Білім берудің және оқытудың әдістері: Бақылау сұрақтар мен жүргізілген жұмыс туралы әзірленген есеп бойынша ауызша сұрау. Жұмысты өзіндік орындау

Жұмысты орындау реті

1. CHEMCAD бағдарламасын қосу. Терезенің құрылымы мен элементтерімен танысу.
2. Жаңа жобалық тапсырманы жасау: **File/New Job (Файл/Жаңа тапсырма)** бұйрықты **Имя файла** өрісте **Сохранение файла** терезесінде орындау: тапсырманың атауының ізі - **TUTOR**.
3. Ағымдағы жобаны аяқтау. CHEMCAD-пен жұмысты аяқтау.

Әдебиет:


негізгі: 1. Математическое моделирование химико-технологических систем с использованием программы ChemCad: Учебно-методическое пособие / Казан. гос. технол. ун-т. Сост.: Н.Н. Зиятдинов, Т.В. Лаптева, Д.А. Рыжов. – Казань, 2008. – 160 с.

қосымша:

1. ХЕМКАД. Версия 5.6. Руководство пользователя. - М., МХТИ, 2007.
2. Зиятдинов Н.Н. и др. Исследование и проектирование химико-технологических процессов с применением моделирующей программы ChemCad: Учебное пособие / Казан. гос. технол. ун-т. – Казань, 2001. – 84 с.

Бақылау (сұрақтар, тесттер, тапсырмалар және т.б.)

- 1) ChemCad бағдарламаның функционалдық мүмкіндіктері мен қызметі
- 2) Математикалық модельдерсіз батырмалардың қысқаша сипаттамасы.
- 3) Негізгі математикалық модельдердің сипаттамасы
- 4) Графикалық ережедегі қосымша мәзірдің операциялары

| | | |
|---|---|--|
| ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ |  SKMA -1979- | SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия» |
| «Инжерлік пәндер» кафедрасы | | 044-76-11 |
| «Химия-технологиялық процесстерді модельдеу» пәнібойынша әдістемелік нұсқаулар | | Стр. 1 из 71 |

5) ChemCad жұмыс істеу ережелері

| | | |
|--|--|--------------|
| ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ |  SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казакстанская медицинская академия» | 044-76-11 |
| «Инжерлік пәндер» кафедрасы | | Стр. 1 из 71 |
| «Химия-технологиялық процесстерді модельдеу» пәнібойынша әдістемелік нұсқаулар | | |

Тақырыб 8: Технологиялық сұлбаларды тұрғызудың негізгі ережелері мен кезеңдері.
Өлшем бірліктерді таңдау

Мақсаты: Газдық конденсатты тұрақтандыру үрдісінің технологиялық үрдісін тұрғызу және оған өлшем бірліктерін таңдау

Оқыту мақсаты:

Студент білуге тиіс:

- газдық конденсатты тұрақтандыру үрдісін;
- бастапқы мәліметтерді;
- өлшем бірліктердің жүйесін.

Студент істей алуға тиіс:

- технологиялық үрдістерді тұрғызу;
- бастапқы мәліметтерді енгізу;
- өлшем бірліктерді таңдау.

Тақырыптың негізгі сұрақтары:

Базалық

- ChemCad көмегімен технологиялық үрдістерді модельдеу;
- газдық конденсатты тұрақтандыру үрдісінің жабдықтары мен аппараттары

Негізгі

- газдық конденсатты тұрақтандыру үрдісінің ағындары.

Білім берудің және оқытудың әдістері: Бақылау сұрақтар мен жүргізілген жұмыс туралы әзірленген есеп бойынша ауызша сұрау. Жұмысты өзіндік орындау

Жұмысты орындау реті

1. **Format/Engineering Units (Формат/Өлшем бірліктер)** бұйрықты орындап, **Engineering Units Selection-** (Өлшем бірліктерді таңдау) терезенің мазмұнымен танысу.
2. Өлшем бірлігі ретінде **Alt SI (Альтернативті СИ)** таңдаңыз, ұқсас атаудағы батырманы басыңыз.
3. Таңдалған өлшем бірліктің профиль өрісінде өлшем бірлігі ретінде **Alt SI** алынғанын растап, **OK** батырманы басыңыз.
4. 2.3 суреттегі ұсынылған технологиялық сұлбаны тұрғызуды орындаңыз [1]. Ол үшін келесі **Mode: Flowsheet: (Ереже: Технологиялық сұлба)** ережеге өту қажет.
5. **Main Palette (Негізгі палитра)** және **Sub Palettes (Қосымша палитра)** қолданып, келесі модуль-пиктограммаларды таңдаңыз:
 - **Feed** (коректену);
 - **Heat Exchanger** (жылуалмастырғыш);
 - **Flash** (буландырғыш);
 - **Valve** (клапан);
 - **Tower** (колонна);
 - **Product** (өнім).

Аппараттың пиктограммасын экранда орналастыру үшін, орынды жобалап таңдап тышқанның оң батырмасын шертіңіз. Пиктограммаларды орналастыру алдында олардың қосымша орындалу нұсқаларын (бар болса) қарап шығыңыз.

| | |
|--|---|
| ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA АКАДЕМИАСЫ «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ |  SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия» |
| «Инжерлік пәндер» кафедрасы | 044-76-11 |
| «Химия-технологиялық процесстерді модельдеу» пәнібойынша әдістемелік нұсқаулар | Стр. 1 из 71 |

Бірінші аппарат – бұл қоректену құрылғының пиктограммасы – **Feed 1**. Осыны оранатып болғаннан кейін пиктограмманы – **Heat Exchanger 3** (екіжақты жылуалмастырғыш) таңдау қажет және схемада **Feed** пиктограммадан кейін орнатыңыз. **Heat Exchanger 3** пиктограмманы тағы да таңдап, біріншісінен кейін орналастырыңыз. Содан соң схемаға келесі пиктограммаларды **Flash** (буландырғыш), **Valve** (клапан) және **Tower** (колонналар) енгізіңіз. Схемада **Valve** (клапан) пиктограмманы орналастыру алдында технологиялық сұлбада ұсынылған сәйкес модификациясын орындаңыз. **Valve** (клапан) пиктограмманы айналдыру үшін қосымша мәзірдегі **90 Clock Wise (сағат бағытымен 90 градусқа айналдыру)** бұйрықты қолдаңыз.

Кейнен **Tower 4** пиктограмманы таңдап, реттеу клапаннан кейін орналастырыңыз. **Tower 4** пиктограммаға **TOWER** жазуды енгізу үшін **Main Palette** негізгі палитрадан **Text (Текст)** символды қолданамыз. Схемада аппараттардың пиктограммаларын орнатуын **Product** (өнім) пиктограмма орнатуымен аяқтаймыз.

6. Технологиялық схемадағы аппараттардың жалғануын ағындармен орындаймыз.

Ол үшін **Mode: Flow sheet** ережеде, **Main Palette** негізгі палитрада **Stream (Ағын)** символды таңдау керек және курсорды қоректену ағынына (пиктограмма **Feed 1**) алып келу керек. Қоректенудің үлкен бағыттаушында шығыс бағыттауыш пайда болған кезде тышқанның сол жақтағы батырмасын басып, оң жаққа бағытталған ағынды салыңыз. Бірінші жылуалмастырғыштың (пиктограмма **Heat Exchanger 3**) кірісінде бағыттауыш пайда болған кезде қайтадан сол жақтағы батырманы басыңыз. Программа дәл осы нүктеге келетін ағынды ұсынады және оған **ID** номерді тағайындайды. Программа **ID** номерлерді тізбекті түрде тағайындайды, сондықтан бұл ағынның номері **1** болады. Екінші ағынды көрсету үшін жылуалмастырғыштағы шығысының оң бағыттауышты таңдап, сол жақтағы батырманы басыңыз, екінші жылуалмастырғыштың сол жақтағы кірісіне келетін ағынды көрсетіңіз, қайтадан сол жақтағы батырманы басыңыз. Сүйтіп қалған ағындарды схемада көрсетіңіз.

7. **Mode: Simulation** ережеге ауысып, тапсырманы сақтаңыз.

Әдебиет:

негізгі:

1. Математическое моделирование химико-технологических систем с использованием программы ChemCad: Учебно-методическое пособие / Казан. гос. технол. ун-т. Сост.: Н.Н. Зиятдинов, Т.В. Лаптева, Д.А. Рыжов. – Казань, 2008. – 160 с.

қосымша:

1. ХЕМКАД. Версия 5.6. Руководство пользователя. - М., МХТИ, 2007.

2. Зиятдинов Н.Н. и др. Исследование и проектирование химико-технологических процессов с применением моделирующей программы ChemCad: Учебное пособие / Казан. гос. технол. ун-т. – Казань, 2001. – 84 с.

Бақылау (сұрақтар, тесттер, тапсырмалар және т.б.)

- 1) ХТ жүйені тексеру есебі (немесе модельдік есеп) неге негізделген ХТС
- 2) ХТ жүйені жобалық есебі (немесе модельдік есеп) неге негізделген ХТС
- 3) Жаңа технологиялық схеманы модельдеу кезеңдері

| | | |
|--|---|--------------|
| ONTÜSTİK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ |  SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия» | 044-76-11 |
| «Инжерлік пәндер» кафедрасы | | Стр. 1 из 71 |
| «Химия-технологиялық процесстерді модельдеу» пәнібойынша әдістемелік нұсқаулар | | |

Тақырыб 9: Жеке компоненттердің және қоспаның жылуфизикалық қасиеттерін таңдау

Мақсаты: Химиялық компоненттердің тізімін және қоспаның жылуфизикалық қасиеттерін қоя білу

Оқыту мақсаты:

Студент білуге тиіс:

- химиялық компоненттерін;
- қоспаның жылуфизикалық қасиеттерін.

Студент істей алуға тиіс:

- химиялық компоненттердің тізімін таңдау;
- термодинамикалық модельдерді таңдау;
- тепе-теңдік коэффициенттердің моделін таңдау.

Тақырыптың негізгі сұрақтары:

Базалық

- заттардың идентификациялық номерлер;
- ChemCad заттардың стандартты деректер қоры;
- үрдістегі ағындардың көлік қасиеттері.

Негізгі

- химиялық компоненттер;
- энтальпия.

Білім берудің және оқытудың әдістері: Бақылау сұрақтар мен жүргізілген жұмыс туралы әзірленген есеп бойынша ауызша сұрау. Жұмысты өзіндік орындау

Жұмысты орындау реті


Жүйенің компоненттерін таңдау

1. **TUTOR**.тапсырманы енгізу
2. **ThermoPhysical/Component List** (Жылуфизикалық параметрлер/Компоненттер тізімі) бұйрықты орындау және **Component Selection** (Компоненттерді таңдау) терезенің мазмұнымен танысу.
3. **Next (Келесі)** батырманы қолданып, тізімді қарап шығыңыз.
4. Тапсырма үшін келесі компоненттерді енгізіңіз:
 - **Nitrogen** (Азот),
 - **Methane** (Метан),
 - **Ethan** (Этан).
 - **Propane** (Пропан),
 - **I-Butane** (Изобутан),
 - **N-Butane** (Н-бутан),
 - **N-Pentane** (Н-пентан),
 - **N-Hexane** (Н-гексан).

N-Pentane (Н-пентан) компонент алдында **I-Pentane** (Изопентан) компонентті енгізіңіз. Компоненттердің әзірленген тізімін сақтаңыз.

Қоспаның жылуфизикалық қасиеттерді таңдау

1. **TUTOR** тапсырмада энтальпия және фазалық тепе-теңдік константаларды есептеу әдістерді таңдау. Фазалық тепе-теңдік константаларды есептеудің ең тиімді әдісін таңдау үшін **Wizard** жүйені (автоматты толтыру) қолданыңыз.

| | | |
|--|--|---|
| ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ |  SKMA 1979 | SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казакстанская медицинская академия» |
| «Инжерлік пәндер» кафедрасы | | 044-76-11 |
| «Химия-технологиялық процесстерді модельдеу» пәнібойынша әдістемелік нұсқаулар | | Стр. 1 из 71 |

2. **ThermoPhysical/K Value Wizard** (Жылуфизикалық деректер/ фазалық тепе-теңдік константаларды автотолтыру) бұйрықты орындап, **Thermodynamic Suggestions** (**Термодинамикалық ұсыныстар**) терезеде келесі өрістерге: **Temperature Min** (Температура мин.), **Temperature Max** (Температура макс.), **Pressure Min** (Қысым мин.), **Pressure Max** (Қысым макс.) температура мен қысымның минималды және максималды мәндерді енгізіңіз. Деректерді **OK** батырма арқылы сақтаңыз. *Жүйенің нұсқауларын қарап шығу.* Біз **Peng-Robinson** (Пенга-Робинсона) моделін қолданамыз, сондықтан **K Value Options** терезеде осы модельді таңдаңыз.
3. Энтальпияны есептеу үшін **ThermoPhysical/Enthalpy** (Жылуфизикалық деректер/Энтальпия) бұйрықты орындау қажет. Бұл жерде энтальпияны есептеу үшін программа автоматты түрде әдісті, фазалық тепе-теңдік константаларды есептеу әдісіне келетін таңдады. Деректерді **OK** батырма арқылы сақтаңыз.

Әдебиет:

негізгі:

1. Математическое моделирование химико-технологических систем с использованием программы ChemCad: Учебно-методическое пособие / Казан. гос. технол. ун-т. Сост.: Н.Н. Зиятдинов, Т.В. Лаптева, Д.А. Рыжов. – Казань, 2008. – 160 с.

қосымша:

1. ХЕМКАД. Версия 5.6. Руководство пользователя. - М., МХТИ, 2007.

2. Зиятдинов Н.Н. и др. Исследование и проектирование химико-технологических процессов с применением моделирующей программы ChemCad: Учебное пособие / Казан. гос. технол. ун-т. – Казань, 2001. – 84 с.

Бакылау (сұрақтар, тесттер, тапсырмалар және т.б.)

- 1) Заттардың идентификациялық номерлер
- 2) Энтальпия моделін таңдау
- 3) Тепе-теңдік коэффициенттердің моделін таңдау
- 4) Көлік қасиеттерін таңдау

| | | |
|--|--|--|
| ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ |  SKMA 1979 | SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казakhstanская медицинская академия» |
| «Инжерлік пәндер» кафедрасы | | 044-76-11 |
| «Химия-технологиялық процесстерді модельдеу» пәнібойынша әдістемелік нұсқаулар | | Стр. 1 из 71 |

Тақырыб 10: Ток көзінің ағын параметрлеріне және ажыратылатын ағындардың параметрлеріне тапсырма

Мақсаты: Ток көзінің ағын параметрлеріне және ажыратылатын ағындардың параметрлеріне тапсырманы қоюды үйрену

Оқыту мақсаты:

Студент білуге тиіс:

- қорықтену ағынның және ажыратылатын ағындардың параметрлерін.

Студент істей алуға тиіс:

- қорықтену ағынның және ажыратылатын ағындардың параметрлеріне тапсырманы қоюды;
- итерациялық үрдісті қолдануды.

Тақырыптың негізгі сұрақтары:

Базалық

- рецикладрмен сұлба;
- жинақтылық параметрлері.

Негізгі

- қоректерну ағындары;
- ажыратылатын ағындары.

Білім берудің және оқытудың әдістері: Бақылау сұрақтар мен жүргізілген жұмыс туралы әзірленген есеп бойынша ауызша сұрау. Жұмысты өзіндік орындау

Жұмысты орындау реті

Қоректену ағынның параметрлерін беру

1. **TUTOR** тапсырмада қоректену ағынның параметрлерін анықтау. Ол үшін **Specifications/Feed streams** (Спецификация/Қоректену ағындарды таңдау) бұйрықты орындаңыз. **Edit Streams** (Ағындарды реттеу) терезеде сәйке өрістерге температураның, қысымның, күйдің мәндерін және қоректену ағынның құрамын енгізіңіз. (15суретті қара).
2. Мәліметтерді есептеу үшін **Flash** батырманы қолданыңыз.
3. Дерекетрді сақтау үшін **OK** батырманы қолданыңыз.

Жинақтылық параметрлерін таңдау

1. **TUTOR** тапсырмада жинақтылық параметрлерін анықтау. Ол үшін **Run/Convergence** (Есеп/Жинақтылық) бұйрықты орындаңыз. **Convergence Parameters** (Жинақтылық параметрлері) терезеде **Recycle Convergence Method** (Рециклдардың жинақтау әдісі) аймақта **Wegstein** (Вегстейна) әдісті таңдаңыз. **Speed up frequency** (Жеделдету жиілігі) өрісте жеделдету жиілігін **3** деп орнатыңыз. **Calculation sequence:** (Тізбекті есеп) тізімде **Sequential** (Тізбекті) есептеу әдісті таңдаңыз.
2. Дерекетрді сақтау үшін **OK** батырманы қолданыңыз.

Әдебиет:

негізгі:

| | | |
|--|---|---|
| ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ |  SKMA 1979 | SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия» |
| «Инжерлік пәндер» кафедрасы | | 044-76-11 |
| «Химия-технологиялық процесстерді модельдеу» пәнібойынша әдістемелік нұсқаулар | | Стр. 1 из 71 |

1. Математическое моделирование химико-технологических систем с использованием программы ChemCad: Учебно-методическое пособие / Казан. гос. технол. ун-т. Сост.: Н.Н. Зиятдинов, Т.В. Лаптева, Д.А. Рыжов. – Казань, 2008. – 160 с.

қосымша:

1. ХЕМКАД. Версия 5.6. Руководство пользователя. - М., МХТИ, 2007.
2. Зиятдинов Н.Н. и др. Исследование и проектирование химико-технологических процессов с применением моделирующей программы ChemCad: Учебное пособие / Казан. гос. технол. ун-т. – Казань, 2001. – 84 с.

Бақылау (сұрақтар, тесттер, тапсырмалар және т.б.)

- 1) Edit Streams (Ағындарды реттеу) терезенің сипаттамасы
- 2) Convergence Parameters (Жинақтылық параметрлері) терезенің сипаттамасы

| | |
|--|--|
| ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ |  SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казакстанская медицинская академия» |
| «Инжерлік пәндер» кафедрасы | 044-76-11 |
| «Химия-технологиялық процесстерді модельдеу» пәнібойынша әдістемелік нұсқаулар | Стр. 1 из 71 |

Тақырыб 11: Жабдықтардың параметрлерін таңдау

Мақсаты: Жабдықтардың параметрлерін енгізу

Оқыту мақсаты:

Студент білуге тиіс:

- жабдықтардың параметрлерін;

Студент істей алуға тиіс:

- жабдықтардың параметрлерін таңдауды;
- жабдықтардың параметрлерін енгізуді.

Тақырыптың негізгі сұрақтары:

Базалық

- жабдықтардың негізгі сипаттамалары

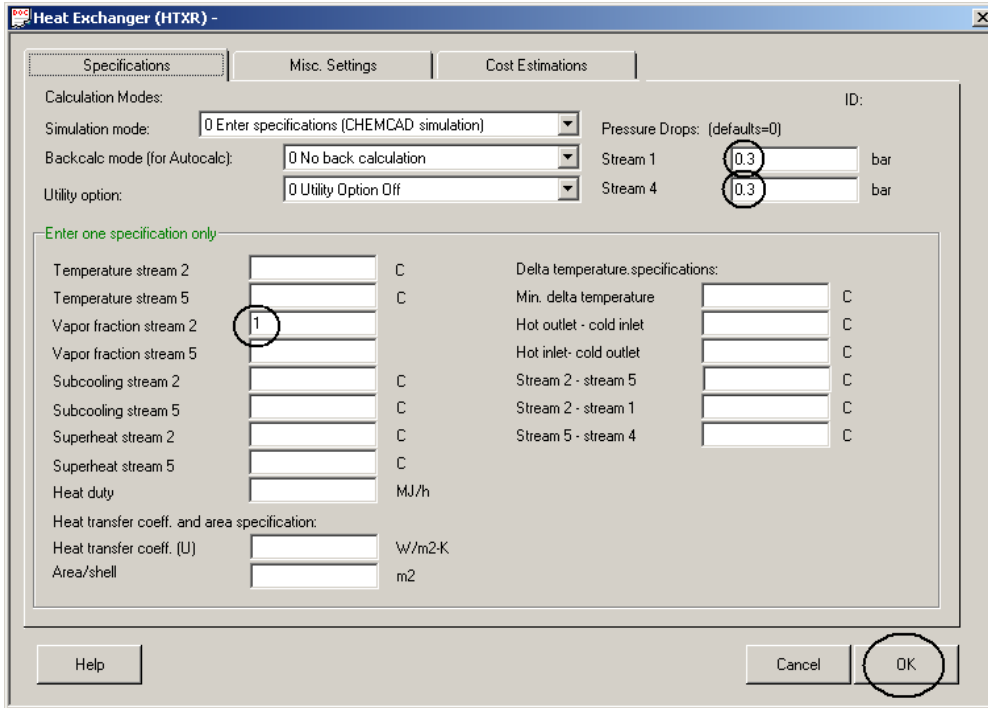
Негізгі

- жабдықтардың жалпы сипаттамасы
- жабдықтардың жұмыс істеу ережелері

Білім берудің және оқытудың әдістері: Бақылау сұрақтар мен жүргізілген жұмыс туралы әзірленген есеп бойынша ауызша сұрау. Жұмысты өзіндік орындау

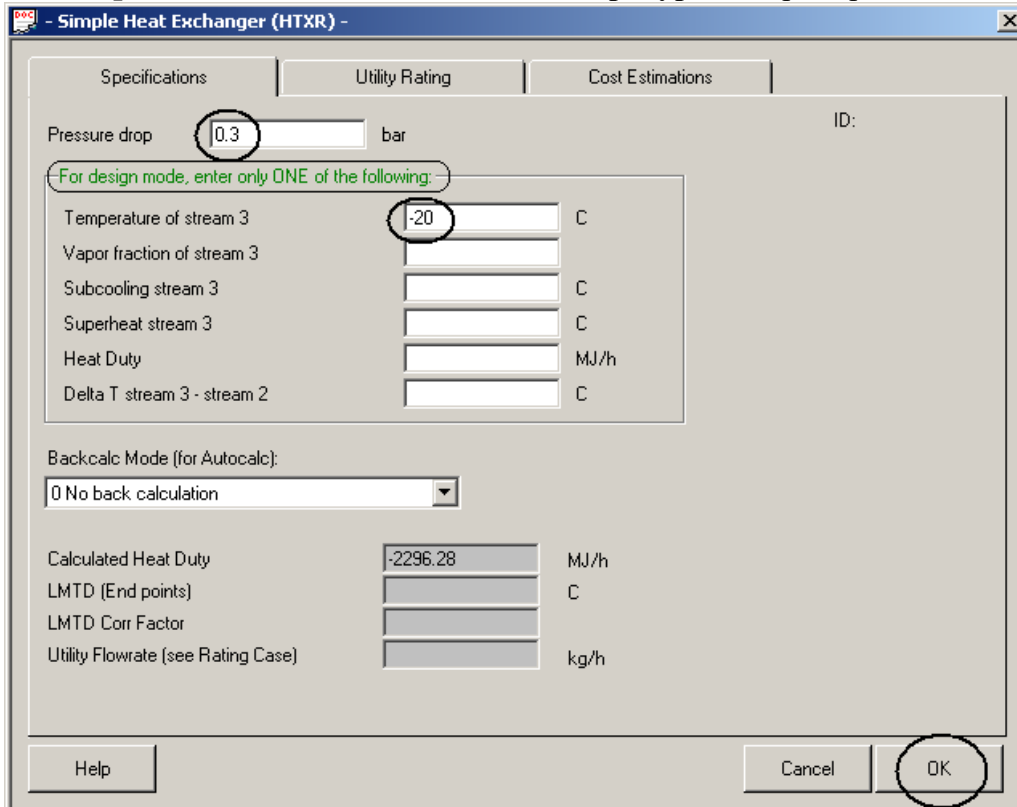
Жұмысты орындау реті

1. **TUTOR** тапсырмада газ конденсаттың тұрақтандыру технологиялық схемасында аппараттардың параметрлерін енгізу ді орындау. выполнить ввод параметров аппаратов технологической схемы стабилизации газового конденсата. Аппараттардың параметрлерін енгізу терезесін экранға шығару үшін бірнеше әдістерді қолдануға болады: **Specifications/Select Unit Ops** (Спецификация/Жабдықтарды таңдау) бұйрықты, аппараттың пиктограммасында тышқанның сол батырмасын екі рет жылдам шерту, қосымша мәзірдің **Edit Unit Op Data** (Бірлік жабдықтардың мәліметтерін өндеу) бұйрығын.
2. №2 жылуалмастыр үшін. (17 сурет). **Specifications** (Спецификация) тарауды таңдап, өрістерге **Pressure Drops:(Қысым құламасы)** екі жақтағы жылуалмастырғыштың кіріс пен шығыс арасындағы қысым құламасының мәнін енгізу керек: **Stream1 (Ағын 1)** үшін – **0.3** бар (bar), **Stream4 (Ағын 4)** үшін – **0.3** бар (bar). **Vapor fraction stream 2 (Доля отгона пара потока 2)** өрісте шық нүктесін **1.0**тең деп алу қажет.



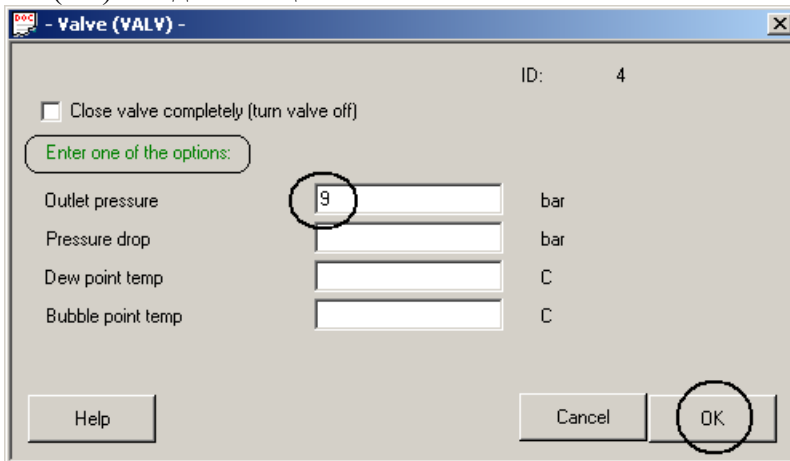
Сурет 1. ID №2 жылуалмастырғышты реттеу.

3. Дерекетрді сақтау үшін **OK** батырманы қолданыңыз.
4. №3 жылуалмастыр үшін. (Сурет 18). **Specifications** (Спецификация) тарауды таңдап, **Pressure Drop** өрістерге **0.3** бар (bar) қысым құламасының мәнін енгізу керек, **Temperature of stream 3** (Ағын 3 температурасы) өрістерге **- 20.0°C** мәнді.



Сурет 28. ID №3 жылуалмастырғышты реттеу.

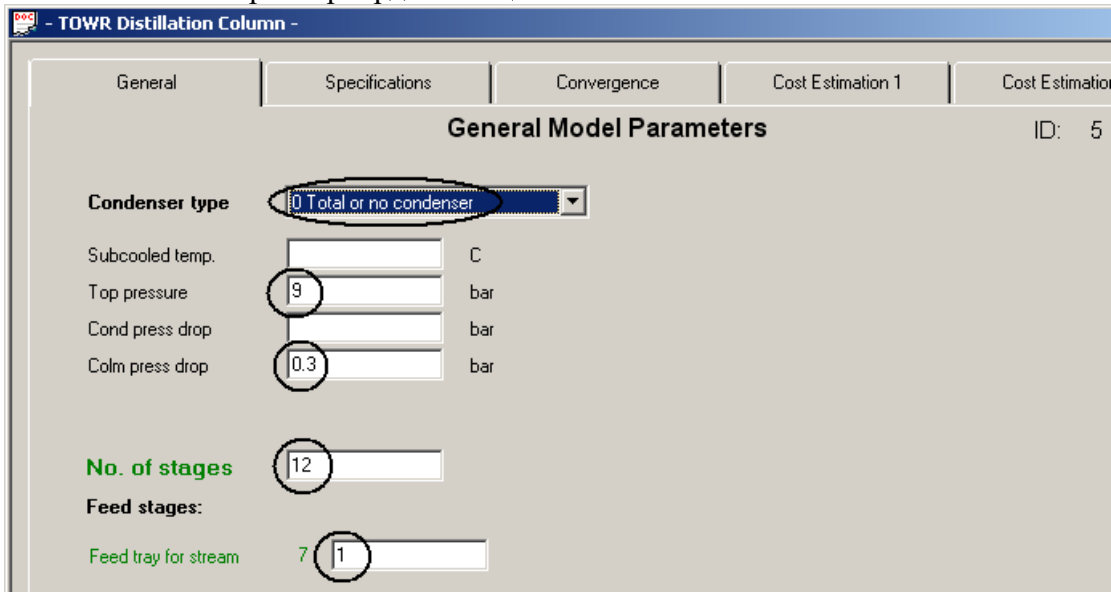
5. Сепаратор үшін. Осы жұмыста сепаратор кіріс ағынның температура мен қысымында фазалардың түйісу құрылғысы ретінде қолданылады. Сондықтан оған спецификация қажет емес.
6. Клапан үшін. (Сурет 19). Клапан шығысындағы қысым **9** бар (bar) сәйкес келеді. Параметрлерді енгізу терезеде **Outlet pressure** (Давление на выходе) өрісте **9** бар (bar) мәнді енгізіңіз.



The screenshot shows a dialog box titled '- Valve (VALV) -' with ID: 4. It contains a checkbox 'Close valve completely (turn valve off)' which is unchecked. Below it is a green button 'Enter one of the options:'. There are four input fields: 'Outlet pressure' (9 bar), 'Pressure drop' (empty), 'Dew point temp' (empty), and 'Bubble point temp' (empty). At the bottom are 'Help', 'Cancel', and 'OK' buttons. The 'OK' button is circled in red.

Сурет 19. ID №4 клапанды реттеу.

7. Стабилизатор үшін. **General** (Общая конфигурация) тарауды таңдаңыз – сурет 20 – және келесі параметрлерді енгізіңіз:



The screenshot shows the 'TOWER Distillation Column' configuration dialog box, ID: 5, with the 'General' tab selected. The 'General Model Parameters' section includes: 'Condenser type' (0 Total or no condenser), 'Subcooled temp.' (empty), 'Top pressure' (9 bar), 'Cond press drop' (empty), 'Colm press drop' (0.3 bar), 'No. of stages' (12), 'Feed stages:' (empty), and 'Feed tray for stream' (1). The 'Condenser type' dropdown and the 'Top pressure' field are circled in red.

Сурет 20. ID №6 колоннаны реттеу. «General» тарау.

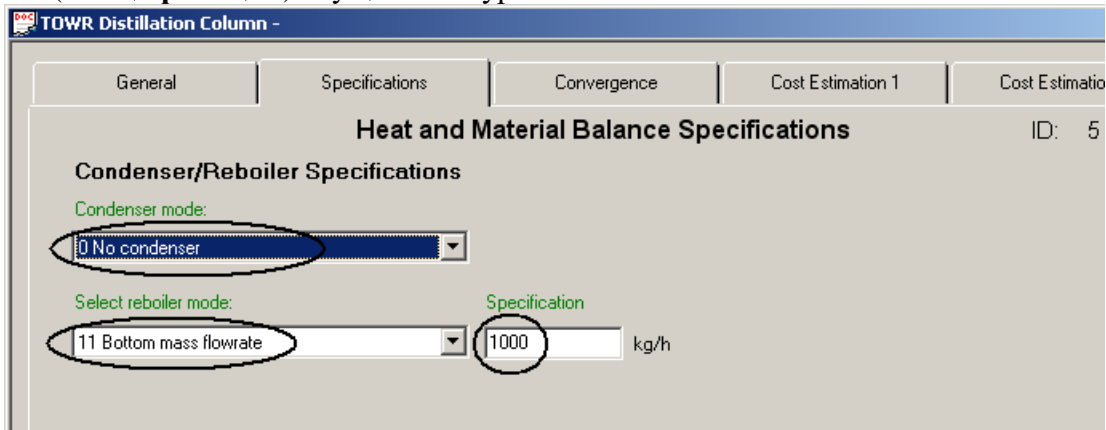
Condenser type (Тип конденсатора) тізімде конденсатор түрі - **0 Total or no condenser** (0 толық конденсатор немесе конденсатор жоқ).

Top pressure (Жоғарыдағы қысым) өрісте **9** бар (bar) мәнді енгізіңіз. В поле **Colm press drop** (Колоннадағы қысым құламасы) өрісте колоннадағы қысым құламасының мәні - **0.3** бар (bar).

No. of stages (Тарелкалар саны) өрісте тарелкалардың саны **12** тең деп аламыз. **Feed tray for stream** (Ағын үшін тарелка қоректенуі) өрістің жанында Ағын үшін

тарелка қоректену номері **ID** енгізіледі (схемада бұл 7 ағын), ал тікелей өріске қоректену тарелкалардың орналасыун - тарелка **1** номер деп береміз.

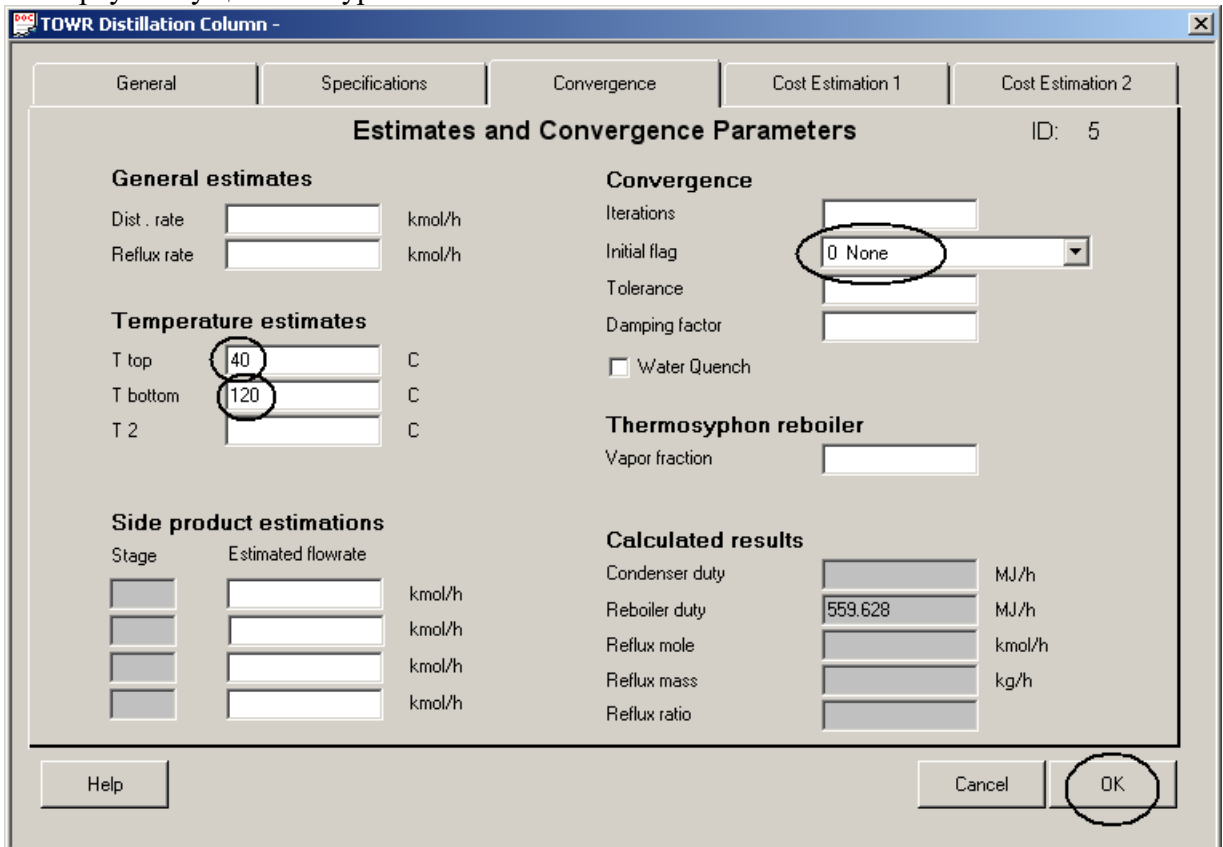
8. Параметрлерді енгізуді аяқтаған соң **General** тарауда келесі тарауға **Specifications** (Спецификация) өту қажет – сурет 21.



Сурет 21. ID №6 колоннаны реттеу. «Specifications» тарау.

Select reboiler mode: (Выбор режима для куба) тізімде колоннаның кубтық ағынның шығының көрсету керек: **11 Bottom mass flowrate** (11 кубтық сұйықтың массалық шығыны). **Specification** (Значение) өрісте шығынның мәнін **1000.0** кг/ч (kg/hr) тең деп енгізу керек.

9. Параметрлерді енгізіп болған соң **Specifications** тарауда **Convergence** (Сходимость) тарауға өту қажет – сурет 22.



Сурет 22. ID №6 колоннаны реттеу. «Convergence» тарау.

| | | |
|--|--|---|
| ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ |  SKMA -1979- | SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия» |
| «Инженерлік пәндер» кафедрасы | | 044-76-11 |
| «Химия-технологиялық процесстерді модельдеу» пәнібойынша әдістемелік нұсқаулар | | Стр. 1 из 71 |

T top (Т жоғарыда) өріске температура мәнін **40.0°C**, ал **T bottom (Т төменде)** өріске - **120.00 °C** енгізу қажет.

Әдебиет:

негізгі:

1. Математическое моделирование химико-технологических систем с использованием программы ChemCad: Учебно-методическое пособие / Казан. гос. технол. ун-т. Сост.: Н.Н. Зиятдинов, Т.В. Лаптева, Д.А. Рыжов. – Казань, 2008. – 160 с.


қосымша:

1. ХЕМКАД. Версия 5.6. Руководство пользователя. - М., МХТИ, 2007.

2. Зиятдинов Н.Н. и др. Исследование и проектирование химико-технологических процессов с применением моделирующей программы ChemCad: Учебное пособие / Казан. гос. технол. ун-т. – Казань, 2001. – 84 с.

Бакылау (сұрақтар, тесттер, тапсырмалар және т.б.)

- 1) Жылуалмастырғышты реттеу кезеңдері
- 2) Стабилизатор үшін **General (Жалпы конфигурация)** тарау
- 3) ID №б колоннаны реттеу. «Convergence» тарау
- 4) **Heat exchanger (HTXR)** жылуалмастырғышты есептеу модульдері
- 5) Стехиометрлік реакторды стехиометрлік коэффициенттер негізінде модельдеу үшін **Stoichiometric reactor (REAC)** модуль
- 6) Ректификация модулі **TOWR**

| | |
|--|---|
| ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ |  SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казakhstanская медицинская академия» |
| «Инженерлік пәндер» кафедрасы | 044-76-11 |
| «Химия-технологиялық процесстерді модельдеу» пәнібойынша әдістемелік нұсқаулар | Стр. 1 из 71 |

Тақырыб 12: Пропан пропилендік ректификациялық колоннаны модельдеу

Мақсаты: Жақын қайнаудағы қоспаны ажырату үрдісін модельдеу; парциалды конденсатормен ректификациялық колоннаны модельдеу; CHEMCAD енгізілген инструменттерді қолданып технологиялық жүйені оптималдау

Оқыту мақсаты:

Студент білуге тиіс:

- пропан пропилендік ректификациялық колонна үшін бастапқы мәліметтерін;
- колоннаның спецификациясын.

Студент істей алуға тиіс:

- жақын қайнаудағы қоспаны ажырату үрдісін модельдеуін;
- парциалды конденсатормен ректификациялық колоннаны модельдеуін;
- CHEMCAD енгізілген инструменттерді қолданып технологиялық жүйені оптималдауды.

Тақырыптың негізгі сұрақтары:

Базалық

- жоғары қысымдағы ректификация;
- пропан және пропилен

Негізгі

- пропан пропилен қоспаның бу-сұйық тұрақтылығы;
- идеалды еместіктің компенсациясы.

Білім берудің және оқытудың әдістері: Бақылау сұрақтар мен жүргізілген жұмыс туралы әзірленген есеп бойынша ауызша сұрау. Жұмысты өзіндік орындау

Жұмысты орындау реті

1. Ректификациялық колоннадағы жақын қайнаудағы қоспаның ажырату үрдісін модельдеуін жүргізу. Ажырату қоспа ретінде пропан-пропилендік фракцияны алуға болады, оның параметрлері келесі:

Температура 40 °С;

Қысым 17 бар;

Компоненттердің шығыны:

Этан 10 кг/сағ;

Пропилен 10500 кг/сағ;

Пропан 4400 кг/сағ;

н-Бутан 90 кг/сағ.

Колоннаның жоғары жағынан пропилен үлесін 95% массалық және колоннаның кубы бойынша пропан үлесін 95% массалық ажырату сапасын қамтамасын ету қажет.

2. Ажырату үрдісін модельдеу үшін ректификациялық колоннаның модулін SCDS column қолданамыз.

3. Жаңа тапсырманы PFFCOLUMN құрыңыз.

Flowsheet ержеде 5.9 суретте [1] ұсынылған схеманы жинаңыз.

Format/Engineering Units бұйрықты орындап, өлшем бірлігі ретінде Alt SI өлшем жүйесін таңдаңыз.

4. Thermophysical/Component List бұйрықты пайдаланып, жоғарыда ұсынылған әдістердің біреуімен 1п. ұсынылған заттарды компоненттердің тізіміне енгізіңіз.

| | | |
|--|--|---|
| ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA АКАДЕМИЯСЫ «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ |  SKMA 1979 | SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия» |
| «Инжерлік пәндер» кафедрасы | | 044-76-11 |
| «Химия-технологиялық процесстерді модельдеу» пәнібойынша әдістемелік нұсқаулар | | Стр. 1 из 71 |

5. Thermophysical/K-Value бұйрықты пайдаланып, тұрақтылықты есептеу моделі ретінде Peng-Robinson (Пенга-Робинсон) моделін таңдау қажет. Пропан/пропилен, этан/этилен қоспалардың бу-сұйық тұрақтылығы компоненттердің арасындағы байланысқа тәуелді. Идеалды еместікті компенсациялау үшін, Соаве-Редлиха-Квонга немесе Пенга-Робинсона теңдеулер бойынша фазалық тұрақтылықты есептеу кезінде осы қоспаларда бинарлық байланыстың (VIPs) арнайы параметрлері қолданылады. Thermophysical/K-Value бұйрықтың терезесінде Ethane/Ethylene, Propane/Propylene аймақтарда Spesial SRK/PR Bips опцияны ерекшелеңіз.

п.1 байланысты қоректену ағынның параметрлерін беріңіз.

Колоннаның спецификациясын көрсетіңіз:

SCDS column модульдің терезесін ашыңыз, сүйтіп General тарауда мәліметтерді енгізіңіз [1]:

8. Схеманың есебін Run/Run/Run All бұйрықпен жүргізіңіз. Алынған ажыратудың сапасын талдаңыз. Колонна кубынан және жоғары жағынан алынған ағындар қай фазада жатқаның анықтаңыз. Нәтижелерді сақтаңыз.

9. Конденсатордың парциалды жұмыс істеу ережесін модельдеуін жүргіземіз. Дисцилятты алудың үлгісі - 1 тарелкадан көлемде 10500 кг/сағ жанынан алу. Осы кезде колоннаның жоғары жағынан алынған ағындар булық фазаны береді.

Провести в режиме Flowsheet модификацию схемы согласно рис. 5.10

10. Колоннаны реттеу терезесін ашып, General тарауында Condencer type тізімде конденсатордың жұмыс істеу ережесін 1 Partial (Парциалды) деп таңдау қажет. Specifications тарауға өтіңіз және Side Produc Specifications аймақта колоннаның жанынан алу үшін параметрлерді беріңіз [1]:

11. Схеманың есебін Run/Run/Run All бұйрықпен жүргізіңіз.

Алынған ажыратудың сапасын талдаңыз.

Дисциляттағы пропиленнің массалық үлесі қанша?

Дисцилят пен булық фазаның ағындары қай фазада тұрғаның анықтаңыз.

Әдебиет:

негізгі:

1. Математическое моделирование химико-технологических систем с использованием программы ChemCad: Учебно-методическое пособие / Казан. гос. технол. ун-т. Сост.: Н.Н. Зиятдинов, Т.В. Лаптева, Д.А. Рыжов. – Казань, 2008. – 160 с.

қосымша:

1. ХЕМКАД. Версия 5.6. Руководство пользователя. - М., МХТИ, 2007.

2. Зиятдинов Н.Н. и др. Исследование и проектирование химико-технологических процессов с применением моделирующей программы ChemCad: Учебное пособие / Казан. гос. технол. ун-т. – Казань, 2001. – 84 с.

Бақылау (сұрақтар, тесттер, тапсырмалар және т.б.)

- 1) пропан бен пропиленнің ажырату әдістері
- 2) Соаве-Редлиха-Квонга немесе Пенга-Робинсона теңдеуі
- 3) бинарлық байланыстың (VIPs) арнайы параметрлері
- 4) ректификациялық колоннадағы конденсаторлардың (дефлегматорлардың) түрлері

Тақырыб 13: Колоннадағы тарелкалардың минималды мүмкін мәнің анықтау

Мақсаты: Колоннадағы тарелкалардың минималды мүмкін мәнің анықтау

Оқыту мақсаты:

Студент білуге тиіс:

- тарелкалық колонналар;
- кигізілетін колонналар.

Студент істей алуға тиіс:

- колоннадағы тарелкалардың минималды мүмкін мәнің анықтауын;

Тақырыптың негізгі сұрақтары:

Базалық

- технологиялық жабдықтардың жобалық және/немесе тексеру есептері.

Негізгі

- дисциплияттағы пропиленнің қажетті сапасы;
- қыздырғыштағы максималды жүктеме.

Білім берудің және оқытудың әдістері: Бақылау сұрақтар мен жүргізілген жұмыс туралы әзірленген есеп бойынша ауызша сұрау. Жұмысты өзіндік орындау

Жұмысты орындау реті

Қыздырғыштың максималды жүктемесіне және дисциплияттағы пропиленнің қажетті сапасына шектеулер қойылғанда колоннадағы тарелкалардың минималды мүмкін санын анықтаңыз. Қыздырғыштағы модуль бойынша максималды жеткілікті жүктемесін және дисциплияттағы пропиленнің қажетті мәнің келесідей қабылдаңыз:

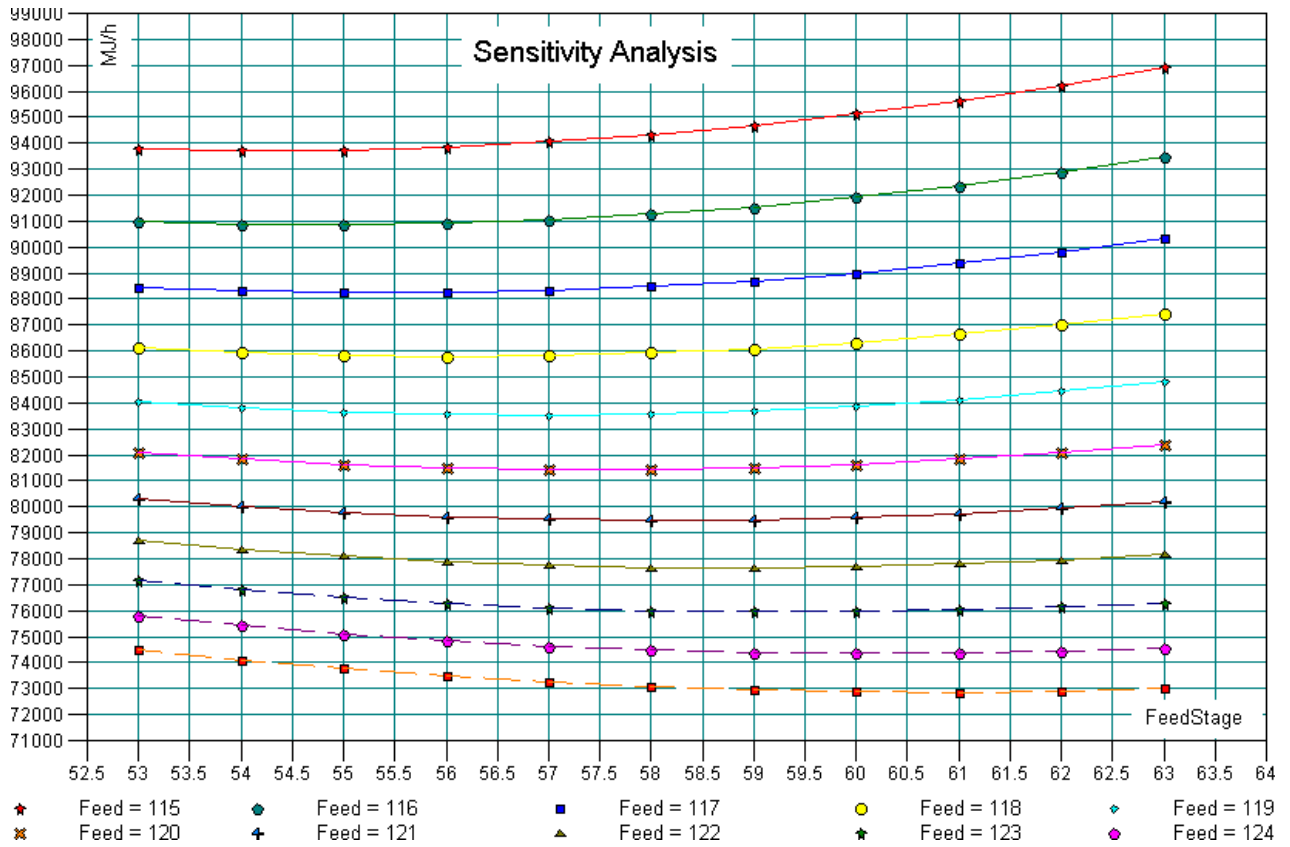
| Нұсқаның № | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Қыздырғышқа жүктеме, МДж/сағ | 60 000 | 65 000 | 70 000 | 75 000 | 80 000 | 85 000 | 90 000 | 95 000 | 97 000 | 99 000 |
| Пропилен құрамы, % масс. | 96.5 | 96.3 | 96.1 | 95.9 | 95.7 | 95.5 | 95.3 | 95.1 | 94.9 | 94.7 |

Қоректену тарелканың оптималды шарты орындалу керек.

Есеп шешімін «Sensitivity study» (Сезімділікті талдау) инструмент арқылы орындауға болады. Тәуелсіз айнымалы ретінде қоректену тарелканың номері алынады, ал тәуелсіз параметр ретінде колоннадағы тарелкалардың саны алынады.

1 суретте тарелкалардың минималды санын іздеу мысалы келтірілген, оның шарттары: дистиллятта пропилен массалық құрамы 96%, қыздырғышқа максималды жүктеме 85 000 МДж/сағ. Суреттегі график бойынша көруге болады: тарелкалардың саны 118 және одан да төмен болған кезде қыздырғышқа жүктеме 85 000 МДж/сағ мәннен жоғары.

Сондықтан колоннадағы тарелкалардың минималды саны 119 деп қабылданады, ал қоректену тарелканың номері 57 тең деп алынады.



Сурет 1. Дисципліната пропилен құрамы 96 пайыздағы есептің мысалы

**Әдебиет:
негізгі:**

1. Математическое моделирование химико-технологических систем с использованием программы ChemCad: Учебно-методическое пособие / Казан. гос. технол. ун-т. Сост.: Н.Н. Зиятдинов, Т.В. Лаптева, Д.А. Рыжов. – Казань, 2008. – 160 с.

қосымша:

1. ХЕМКАД. Версия 5.6. Руководство пользователя. - М., МХТИ, 2007.
2. Зиятдинов Н.Н. и др. Исследование и проектирование химико-технологических процессов с применением моделирующей программы ChemCad: Учебное пособие / Казан. гос. технол. ун-т. – Казань, 2001. – 84 с.

Бақылау (сұрақтар, тесттер, тапсырмалар және т.б.)

- 1) колоннадағы тарелкалардың түрлері;
- 2) тарелкалардың тұншығуы
- 3) колоннадағы тарелкалардың минималды мүмкін санын анықтау әдістері

| | | |
|--|---|---|
| ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ |  SKMA 1979 | SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казакстанская медицинская академия» |
| «Инжерлік пәндер» кафедрасы | | 044-76-11 |
| «Химия-технологиялық процесстерді модельдеу» пәнібойынша әдістемелік нұсқаулар | | Стр. 1 из 71 |

Тақырыб 14: Химиялық реакциялардың кинетикасын модельдеу

Мақсаты: период сайын жұмыс істейтін реакторды зерттеу және модельдеу; химиялық реакциялардың кинетикасын модельдеу; Аррениус теңдеудің параметрлерін тәжірибелік деректер (кинетиканың кері есептерін шешу) көмегімен анықтау.

Оқыту мақсаты:

Студент білуге тиіс:

- қаралатын химиялық реакцияны;
- Аррениус теңдеудің параметрлерін.

Студент істей алуға тиіс:

- период сайын жұмыс істейтін реакторды модельдеуін;
- Аррениус теңдеудің параметрлерін тәжірибелік деректер көмегімен анықтауын.

Тақырыптың негізгі сұрақтары:

Базалық

- химиялық реакциялардың кинетикасын модельдеу.

Негізгі

- реактордың жалпы параметрлері;
- реактордың бастапқы жүктемесі;
- химиялық реакцияның параметрлері.

Білім берудің және оқытудың әдістері: Бақылау сұрақтар мен жүргізілген жұмыс туралы әзірленген есеп бойынша ауызша сұрау. Жұмысты өзіндік орындау

Жұмысты орындау реті

1. Жаңа жобаны VReact атаумен жасау.
2. 88 суретте ұсынылған технологиялық схеманы жинау.
3. CHEMECAD деректер қорына жаңа компоненттерді енгізу. (Жұмыс істеу барысында «Ввод нового вещества в банк данных» [1] қосымшаны қолданыңыз.
4. Жүйенің компоненттерін беріңіз.
5. Тепетендікті есептеу әдісін және инженерлік бірліктерді анықтау.
6. Период сайын жұмыс істейтін реактордың параметрлерін беріңіз. (Жұмыс істеу барысында «Математическое моделирование аппаратов. Реактор периодического действия»[1] тарауды қолданыңыз).
7. Жұмыс каталогқа тәжірибелік деректерді жіберіңіз.
8. Кинетика теңдеудің параметрлерін "**Rate regression**" көмегімен анықтаңыз. (Жұмыс істеу барысында «Построение модели хим.реакции с использованием данных эксперимента»[1] қосымшаны пайдаланыңыз)
9. Алынған графиктерді талдаңыз.

Әдебиет:

негізгі:

1. Математическое моделирование химико-технологических систем с использованием программы ChemCad: Учебно-методическое пособие / Казан. гос. технол. ун-т. Сост.: Н.Н. Зиятдинов, Т.В. Лаптева, Д.А. Рыжов. – Казань, 2008. – 160 с.

қосымша:

1. ХЕМКАД. Версия 5.6. Руководство пользователя. - М., МХТИ, 2007.

| | | |
|--|---|--------------|
| ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ |  SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казакстанская медицинская академия» | |
| «Инжерлік пәндер» кафедрасы | | 044-76-11 |
| «Химия-технологиялық процесстерді модельдеу» пәнібойынша әдістемелік нұсқаулар | | Стр. 1 из 71 |

2. Зиятдинов Н.Н. и др. Исследование и проектирование химико-технологических процессов с применением моделирующей программы ChemCad: Учебное пособие / Казан. гос. технол. ун-т. – Казань, 2001. – 84 с.

Бақылау (сұрақтар, тесттер, тапсырмалар және т.б.)

- 1) Химиялық реакциялардың кинетикасын модельдеу негізі
- 2) Период сайын жұмыс істейтін реактордың сипаттамасы
- 3) Аррениус теңдеудің параметрлерін анықтау

| | | |
|--|--|---|
| ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ |  | SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия» |
| «Инженерлік пәндер» кафедрасы | | 044-76-11 |
| «Химия-технологиялық процесстерді модельдеу» пәнібойынша әдістемелік нұсқаулар | | Стр. 1 из 71 |

Тақырыб 15: Тәжірибелік мәліметтерді қолданып, химиялық реакциялардың кинетика моделін тұрғызу

Мақсаты: Химиялық реакцияның механизімін және оның кинетикалық үлгісін CHEMCAD «Rate regression» қосымша арқылы ашу

Оқыту мақсаты:

Студент білуге тиіс:

- қаралатын химиялық реакцияны;
- Аррениус теңдеудің параметрлерін.

Студент істей алуға тиіс:

- период сайын жұмыс істейтін реакторды модельдеуін;
- Аррениус теңдеудің параметрлерін тәжірибелік деректер көмегімен анықтауын.

Тақырыптың негізгі сұрақтары:

Базалық

- химиялық реакциялардың кинетикасын модельдеу.

Негізгі

- реактордың жалпы параметрлері;
- реактордың бастапқы жүктемесі;
- химиялық реакцияның параметрлері.

Білім берудің және оқытудың әдістері: Бақылау сұрақтар мен жүргізілген жұмыс туралы әзірленген есеп бойынша ауызша сұрау. Жұмысты өзіндік орындау

Жұмысты орындау реті

Химиялық реакциялардың кинетика үлгісін № 14 тәжірибелік сабақта алынған эксперименталдық деректерді қолданып тұрғызу

Әдебиет:

негізгі:

1. Математическое моделирование химико-технологических систем с использованием программы ChemCad: Учебно-методическое пособие / Казан. гос. технол. ун-т. Сост.: Н.Н. Зиятдинов, Т.В. Лаптева, Д.А. Рыжов. – Казань, 2008. – 160 с.

қосымша:

1. ХЕМКАД. Версия 5.6. Руководство пользователя. - М., МХТИ, 2007.
2. Зиятдинов Н.Н. и др. Исследование и проектирование химико-технологических процессов с применением моделирующей программы ChemCad: Учебное пособие / Казан. гос. технол. ун-т. – Казань, 2001. – 84 с.

Бақылау (сұрақтар, тесттер, тапсырмалар және т.б.)

- 1) Параметрлерді таңдау 1 беті (Page 1)
- 2) Параметрлерді таңдау 2 беті (Page 2)
- 3) Профилді енгізу (Import Profile)
- 4) Регрессияның орындалуы (Perform regression)
- 5) Бастапқы бағалауларды тексеру
- 6) Нәтижелерді шығару (Plot results)
- 7) Мәліметтерді қарап шығу/өндеу (Input/Edit rate profile)